

电气智能化技能培训丛书



例说矩形PLC应用技术快速入门



肖明耀
王晟磊 等编著





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

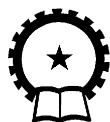
VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

电气智能化技能培训丛书

例说矩形 PLC 应用技术快速入门

肖明耀　王晟磊　刘俊龙
张　忠　陈映涛　陈　晰　编著



机 械 工 业 出 版 社

PLC技术是从事工业自动化、机电一体化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用理论与实训并重的模式，内容包括认识矩形 V80 系列 PLC、学会使用矩形 V80 编程软件、用矩形 PLC 控制交流电动机、矩形 PLC 的定时控制、矩形 PLC 的计数控制、步进顺序控制、彩灯控制、交通灯控制、机床控制、随机控制等内容，本书通过矩形 PLC 各种应用实例，介绍矩形 V80 系列 PLC 的基础知识，以及矩形 V80 系列 PLC 程序设计方法与技巧。每章后面均设有习题，全面提高读者矩形 V80 系列 PLC 的综合应用能力。

本书贴近教学实际，为电气类、机电类技能人才的培训教材，也可作为大专院校、高职院校、技工院校工业自动化、机电一体化、机械设计、制造及自动化等相关专业的教材，还可作为工程技术人员、技术工人参考学习矩形 PLC 的技术资料。

图书在版编目（CIP）数据

例说矩形 PLC 应用技术快速入门/肖明耀等编著 . —北京：机械工业出版社，2011. 11

（电气智能化技能培训丛书）

ISBN 978-7-111-36392-7

Ⅰ. ①例…　Ⅱ. ①肖…　Ⅲ. ①PLC 技术　Ⅳ. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 230790 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）

策划编辑：牛新国　责任编辑：罗　莉

版式设计：张世琴　责任校对：张玉琴

封面设计：陈　沛　责任印制：乔　宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 11. 5 印张 · 279 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-36392-7

ISBN 978-7-89433-185-4（光盘）

定价：29.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：（010）88361066　网络服务

销 售 一 部：（010）68326294　门户网：http：//www. cmpbook. com

销 售 二 部：（010）88379649　教材网：http：//www. cmpedu. com

读者购书热线：（010）88379203　**封面无防伪标均为盗版**

前　言

《例说矩形 PLC 应用技术快速入门》为《电气智能化技能培训丛书》之一，以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以理论与实践相结合教学方式，强化矩形 V80 系列 PLC 的应用方法和技能的培养。

矩形 V80 系列可编程序控制器（PLC）是微电子技术、继电器控制技术和计算机及通信技术相结合的新型通用的自动控制装置。矩形 V80 系列 PLC 具有体积小、功能强、可靠性高、使用便利、易于编程控制、适用工业应用环境等一系列优点，便于应用于机械制造、电力、交通、轻工、食品加工等行业，既可应用于旧设备改造，也可用于新产品的开发，在机电一体化、工业自动化方面的应用极其广泛。

PLC 技术是从事工业自动化、机电一体化的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以理论与实践相结合的教学方式，介绍实际工作所需的 PLC 基础知识和完成工作任务的方法，通过完成工作任务的实际技能训练提高 PLC 综合应用技巧和技能。

全书包括认识矩形 V80 系列 PLC、学会使用矩形 V80 编程软件、用矩形 PLC 控制交流电动机、矩形 PLC 的定时控制、矩形 PLC 的计数控制、步进顺序控制、彩灯控制、交通灯控制、机床控制、随机控制等内容，重点介绍 PLC 程序设计方法与技巧，每章内容后面均设有习题，全面提高读者矩形 V80 系列 PLC 的综合应用能力。

本书由肖明耀、王晟磊、刘俊龙、张忠、陈映涛、陈晰编著。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，请将意见发至 xiaomingyao@963. net，不胜感谢。

作　者

目　　录

前言
第 1 章　认识矩形 PLC …… 1
1.1　矩形 V80 系列 PLC 概述 …… 1
1.2　认识矩形 V80 系列 PLC 的软元件 …… 13
实训模块 1　认识矩形 PLC …… 15
任务 1　认识矩形 PLC 硬件 …… 15
任务 2　学用矩形 PLC 软元件 …… 20
习题 1 …… 23
第 2 章　学用矩形 PLC 编程软件 …… 24
2.1　安装矩形 V80 编程软件 …… 24
2.2　使用矩形 V80 编程软件 …… 27
2.3　学会使用 V80 系列 PLC 学习机 …… 50
实训模块 2　学用矩形 PLC 编程软件 …… 52
任务 1　学会使用 V80 编程软件 …… 52
任务 2　学会使用 V80 系列 PLC 学习机 …… 54
习题 2 …… 59
第 3 章　用矩形 PLC 控制交流电动机 …… 60
3.1　矩形 PLC 的位逻辑指令 …… 60
3.2　用矩形 PLC 控制交流电动机的单向运行 …… 64
3.3　用矩形 PLC 控制交流电动机的正反转 …… 66
实训模块 3　用矩形 PLC 控制交流电动机 …… 69
任务 1　用矩形 PLC 控制交流电动机的单向运行 …… 69
任务 2　用矩形 PLC 控制交流电动机的正反转 …… 71
习题 3 …… 75
第 4 章　矩形 PLC 的定时控制 …… 77
4.1　矩形 PLC 的定时器 …… 77
4.2　矩形 PLC 定时器的应用 …… 80
实训模块 4　矩形 PLC 的定时控制 …… 85
任务 1　矩形 PLC 的定时控制的基本应用 …… 85
任务 2　交流电动机的Y-△减压起动控制 …… 88
习题 4 …… 90
第 5 章　矩形 PLC 的计数控制 …… 91
5.1　矩形 PLC 的计数器 …… 91
5.2　用计数器控制加工平台的循环运动 …… 93
实训模块 5　矩形 PLC 的计数控制 …… 99
任务 1　学会用矩形 PLC 的计数器 …… 99
任务 2　加工平台的循环计数控制 …… 103
习题 5 …… 105
第 6 章　矩形 PLC 的步进顺序控制 …… 106
6.1　步进顺序控制 …… 106
6.2　用辅助继电器实现步进顺序控制 …… 108
6.3　用置位、复位指令实现步进顺序控制 …… 110
6.4　用模拟转鼓指令实现步进顺序控制 …… 112
实训模块 6　步进顺序控制 …… 125
任务　简易机械手控制 …… 125
习题 6 …… 126
第 7 章　彩灯控制 …… 127
7.1　V80 系列 PLC 的功能指令 …… 127
7.2　简易彩灯控制 …… 132
7.3　花样彩灯控制 …… 134
实训模块 7　彩灯控制 …… 136
任务　花样彩灯控制 …… 136

习题 7 …………………………………………… 139
第 8 章　交通灯控制 ………………………… 140
8. 1　定时控制交通灯 ……………………… 140
8. 2　步进、计数控制交通灯 ………… 144
实训模块 8　交通灯控制 ……………… 151
任务 1　定时控制交通灯 ………………… 151
任务 2　步进、计数控制交通灯 ………… 151
习题 8 …………………………………………… 152
第 9 章　机床控制 ………………………… 154
9. 1　通用机床控制 ………………………… 154
9. 2　平面磨床控制 ………………………… 156
实训模块 9　机床控制 ………………… 161
任务 1　通用车床 CA6140 控制 ………… 161
任务 2　通用平面磨床 M7120 控制 …… 162
习题 9 …………………………………………… 163
第 10 章　随机控制 ……………………… 165
10. 1　随机控制简介 ……………………… 165
10. 2　三层电梯控制 ……………………… 165
10. 3　PLC 控制程序移植 ……………… 170
实训模块 10　电梯控制 ……………… 174
任务　三层简易电梯控制 ……………… 174
习题 10 ………………………………………… 175
参考文献 …………………………………… 176

第 1 章　认识矩形 PLC

1.1　矩形 V80 系列 PLC 概述

1. 概述

V80 系列可编程序控制器是一款通用型高性价比的小型可编程序控制器，具有更高的硬件集成度，采用专用的硬件逻辑处理芯片，程序执行速度高和 I/O 处理能力强，配合标准的编程软件 VLadder 丰富的指令功能，既可以处理快速的离散量顺序处理，又可以执行复杂的过程量运算控制。

V80 系列可编程序控制器在应用上可以作为一独立控制系统，也可通过特殊的 Link 功能来连接多台 PLC 以达到分布式控制的功能。可广泛应用于环保、市政、医疗、制药、纺织、电梯、印刷、塑料、包装、食品加工以及单一过程控制装置等领域的系统或设备控制。

2. 系统构成

V80 系列 PLC 系统由 CPU 本体单元、扩展单元构成，如图 1-1 所示。

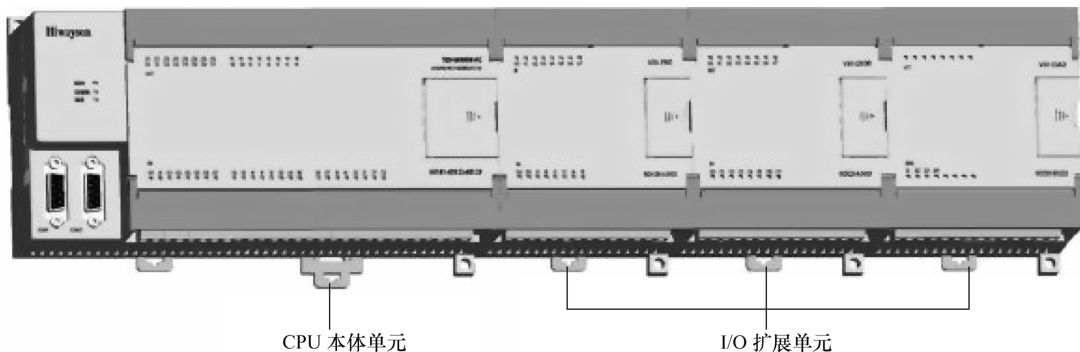


图 1-1　V80 系列 PLC 系统

（1）CPU 本体单元

CPU 本体单元包括一个中央处理单元（CPU）、电源（AC 或 DC 可选）以及数字量 I/O，这些都被集成在一个结构紧凑和独立的本体模块中。

1）CPU 本体负责执行程序和存储数据，以便完成工业离散控制和过程控制。

2）CPU 本体提供 AC 220V 和 DC 24V 两种电源供电方式，向 CPU 及其所连接扩展模块供电。

3）本体具有 32 点或 40 点数字量 I/O 能力。

4）可通过扩展模块增加 I/O 点数和提供扩展通信功能。

5）具备 2 个通信接口 COM1 和 COM2，COM1 和 COM2 口均可作为编程接口使用，通过编程电缆与 PC 连接。

6）具备直观的 LED 运行状态指示。

7）拨动开关可设置“运行/编程/复位”三种运行状态。

8）具备 2 个 8 位分辨率的模拟电位器，设定值被送入 CPU 内部寄存器供程序调用。

9）具备 2 组高速计数输入通道和 2 个独立的高速脉宽调制（PWM）或高速脉冲序列（PTO）输出通道。

（2）扩展单元

1）最大可以提供 7 个 I/O 模块（含数字量和模拟量扩展模块）的扩展能力。

2）最大扩展 I/O 点数可达 256 点。

3）扩展模块与 CPU 本体的连接通过扩展电缆完成。

4）扩展模块具备直观的 LED 运行状态指示。

（3）特性

1）I/O 控制点多。可控制的 I/O 点最多可达 256 点。

2）程序记忆容量大。梯形图程序容量为 48k 步，可做各种复杂的控制。

3）程序扫描速度快。执行每步程序仅需 0.2μs，系统反应迅速。

4）在线操作控制能力。可随时在线程序编辑、存取、仿真、控制及参数设定等工作，而不影响系统的正常运作。

5）具备两组高速计数输入通道和两组独立的高速脉宽调制（PWM）或高速脉冲序列（PTO）输出通道，用于精确定位和控制步进/伺服驱动装置。

6）应用指令丰富。除具有基本梯形图指令、计数、计时指令外，还具有浮点数的四则运算指令、数码转换指令、数据处理指令、PID 指令及特殊指令（如 CDMR、CDMW）等，能适应各种复杂的控制要求，易于学习和使用。

7）模拟电位器。通过两个 8 位分辨率的模拟电位器，设定值被送入 CPU 内部寄存器供程序调用，如可用于更新定时器或计数器的当前值或设置限值等。

8）具有 Link 功能。可减轻单站 PLC 的工作负担，可实现分布式控制。

9）具备完整的自我诊断功能。遇故障时即自我警告，并可停止系统运行。

10）具有可靠的掉电保护功能。能够保证运行时的必要数据不丢失。

11）强大的仿真控制与显示能力。通过编程软件的显示画面，可同时进行数百个触点的仿真控制输入与输出显示，不必制作仿真设备即可进行控制程序的仿真。

12）简单易用的编程软件 VLadder。可通过普通的 PC 或笔记本电脑，仅需一张安装光盘，就可使用 V80 系列 PLC 的编程软件完成应用程序的编写。

13）V80 系列 PLC 性能参数见表 1-1。

表 1-1　V80 系列 PLC 性能参数表

项　　目	规　　格
控制方式	程序周期循环扫描
I/O 控制方法	程序每一个扫描周期完成一次刷新
编程语言	逻辑梯形图
最大数字 I/O 点数	本机①：40 点（24DI/16DO）或 32 点（16DI/16DO）；扩展：256 点
模拟 I/O 通道	可根据需要配置

（续）

项　　目		规　　格
扫描速度		基本指令：0.2μs/指令　应用指令：2 至几百 μs/指令
程序容量		48k 步
存储方式		RAM（备用电池）、Flash ROM 永久存储
输出线圈		9984 点（00001～09984）
输入触点		2048 点（10001～12048）
定时器	1.0s	范围：0～65535s
	100ms	范围：0～6553.5s
	10ms	范围：0～655.35s
	1ms	范围：0～65.535s
计数器	16 位	范围：0～65535 向上计数器
	16 位	范围：0～65535 向下计数器
高速计数器	上下脉冲	范围：－2147483648～＋2147483647 计数频率：不大于 50kHz 2 通道
	方向脉冲	
	A/B 相	
高速输出	PWM	2 通道高速可调脉宽（PWM）输出，最大频率 50kHz
	PTO	2 通道高速可调脉冲数（PTO）输出，最大频率 50kHz
数据寄存器	输入寄存器	512 点（30001～30512） 类型：十六进制数据寄存器（0～65535） 十进制数据寄存器（0～9999）
	保持寄存器	9999 点（40001～49999） 类型：十六进制数据寄存器（0～65535） 十进制数据寄存器（0～9999）
指针（P）	输入范围	16 点（P0～P15）
	间接寻址方式	使指针指向 0，1，3，4 类的变量作为间接寻址的运算单元
常数（C）	十进制	#00000～65535
	十六进制	#00000H～0FFFFH
标签（L）	范围	150 点（L1～L150）
	成对使用	为用户在成对的指令上作为对应标签使用
日历功能		显示：年/月/日/星期/时/分/秒
浮点运算指令		提供 32 位以内数据的浮点运算
PID 指令		控制方式：手动/自动 输出指示：参数状态指示，执行状态指示
数码转换指令		四进制和十六进制、二进制和 BCD、整数和浮点数的相互转化； 七段显示器解码等
通信接口		1 个 RS-232 口，1 个 RS-485 口
通信协议		Modbus
硬件 I/O 扩展功能		有

（续）

项　　目	规　　格
PLC 连接功能	多个 PLC 可以互连，最多连接 16 站
RUN/PROG/RST 开关	易操作的“运行/编程/复位”开关
模拟电位器	2 个，8 位分辨率，数值与内部寄存器对应
自我诊断功能	一旦发生故障，系统即产生报警并停止运行，面板上“ERR”灯闪烁

①：16 点的本体模块未列入本手册，详细信息请参见《V80-M16DR（DT）系列 PLC 硬件手册》。

（4）一般技术规格（见表 1-2）

表 1-2　一般技术规格表

项　　目	规　　格
电源电压范围	DC 18～36V 或 AC 85～265V
允许瞬间断电时间	符合 IEC61131-2 标准，10ms（交流或直流）以内，能够继续运行
环境温度	符合 IEC61131-2 标准，运行：0～55℃，存储：－25～70℃
湿度	符合 IEC61131-2 标准，5%～95% RH（非凝露）
抗干扰性	峰-峰值：2000V；频率：5kHz；上升时间：5ns；脉冲宽度：50ns
抗振动	符合 IEC61131-2 标准，正弦，振幅 0.1mm，频率 10～57Hz；加速度 1.0g，频率 57～150Hz，XYZ 三个方向各 10 次
抗冲击	符合 IEC61131-2 标准，15g，持续 11ms，3 轴向各 6 次
绝缘阻抗	5MΩ 以上（DC 500V），所有外部端子与地之间
接地	第三种接地（不可与强电系统通用接地）
工作环境	非腐蚀性气体，非可燃性气体，非导电性尘埃
尺寸（$W \times H \times D$）	198mm×111mm×82mm

3. 矩形 V80 系列 PLC 的硬件结构

V80 系列可编程序控制器主要由中央处理单元（CPU）、存储器、输入输出单元（I/O）、电源和编程器等几部分组成。其结构如图 1-2 所示。

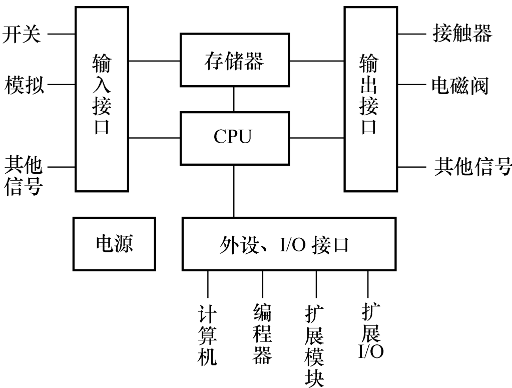


图 1-2　PLC 硬件结构

（1）中央处理单元

中央处理单元（CPU）的主要功能是：

1）从存储器中读取指令：CPU 在地址总线上给出地址，在控制总线上给出读命令，从数据总线上读出存储单元中的指令，存入 CPU 的指令寄存器。

2）执行指令：对存放在指令寄存器中的指令进行译码，识别并执行指令规定的操作（如算术运算或逻辑运算）并将结果送输出有关部分。

3）顺序取指令：CPU 执行完一条指令后，能自动生成下一条指令的地址，以便取出和

执行下一条指令。

4）处理中断：CPU 除顺序执行程序外，还能接受内部或外部发来的中断请求，并进行中断处理，处理完返回，继续顺序执行程序。

（2）存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存储系统程序、用户程序、逻辑变量、系统组态等信息。

可编程序控制器配有系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统管理程序，用户存储器存放用户设计编辑的应用程序。

（3）输入/输出单元（I/O）

实际生产中信号电平是多样的，外部执行机构所需的电平也不同，而可编程序控制器的 CPU 所处理的信号只能是标准电平，通过输入/输出单元实现这些信号电平的转换。可编程序控制器的输入/输出单元实际上是 PLC 与被控对象之间传送信号的接口部件。

输入/输出单元有良好的电隔离和滤波作用。接到 PLC 输入端的输入器件是各种开关、操作按钮、选择开关、传感器等。通过接口电路将这些开关信号转换为 CPU 能够识别和处理的信号，并送入输入映像存储器。运行时 CPU 从输入映像存储器读取输入信息并进行处理，将处理结果存放到输出映像存储器。输入、输出映像寄存器由输入、输出相应的触发器组成，输出接口将其弱电控制信号转换为现场所需要的强电信号输出，驱动显示灯、电磁阀、继电器、接触器等各种被控设备的执行器件。

1）输入接口电路：为了防止各种干扰信号和高电压信号进入 PLC，现场输入接口电路一般由 *RC* 滤波器消除输入触点的抖动和外部噪声干扰，由光耦合电路进行隔离。光耦合电路由发光二极管和光电晶体管组成。

通常 PLC 的输入可以是直流、交流或交直流。输入电路电源可以由外部供给，有的也可以由 PLC 内部提供。采用外部电源的直流、交流输入电路如图 1-3a、b 所示。对于图 1-3a 所示直流输入电路，当输入开关闭合时，其一次电路接通，上面的发光二极管对外显示，同时光耦合器中的发光管使晶体管导通，信号进入内部电路，此输入点对应的位由 0 变为 1。即输入映像寄存器的对应位由 0 变为 1。

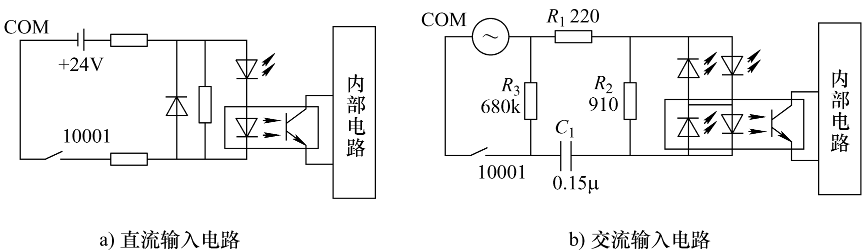


图 1-3　输入接口电路

2）输出接口电路：PLC 的输出有三种形式：继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。图 1-4 给出了 PLC 的输出电路图。每种输出都采用了电气隔离技术，电源由外部供给，输出电流一般为 0.5 ~ 2A，输出电流的额定值与负载的性质有关。

继电器输出型最常用。当 CPU 有输出时、根据输出映像区对应位的状态，接通或断开输出电路中的继电器线圈，继电器的触点闭合或断开，通过该触点控制外部负载电路的通

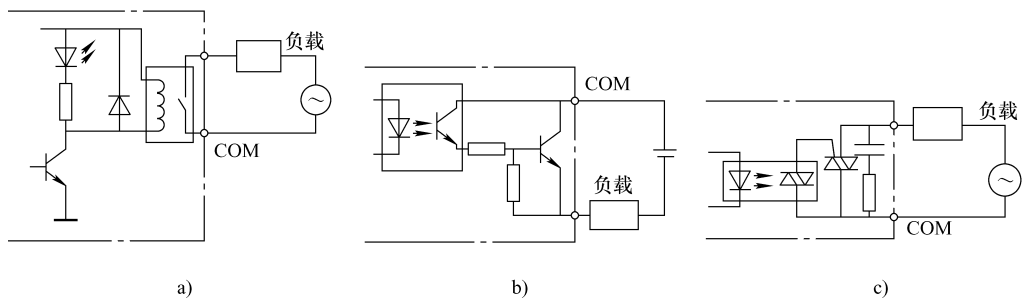


图 1-4　输出接口电路

断。继电器输出型利用了继电器的线圈和触点将 PLC 的内部电路与外部负载进行了电气隔离。

晶体管输出型是通过光耦合器使晶体管饱和或截止以控制外部负载电路的通断，并同时进行电气隔离。

为了使 PLC 避免受瞬间大电流的作用而损坏，必须采取保护措施：一是在输入、输出的公共端接熔断器；二是采用保护电路，对直流感性负载用续流二极管，对交流感性负载用阻容吸收回路。

由于 PLC 的输入和输出端是靠光耦合的，在电气上是完全隔离的，输出信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰和其他串扰，因此 PLC 具有很高的可靠性和极强的抗干扰能力。

（4）电源

PLC 的电源一般采用交流 220V 市电，电源部件将交流电转换为供 PLC 工作所需的直流电，使 PLC 正常工作。小型 PLC 电源和 CPU 单元等合为一体，中、大型 PLC 有专用的电源模块。部分 PLC 电源部分提供 24V 直流输出，用于对外部的传感器供电，最大输出电流大约为 300mA。

（5）编程器

利用编程器将用户程序送入 PLC 的存储器，还可以用编程器检查、修改、调试程序。利用编程器可以监视程序的运行及 PLC 的工作状态。利用个人计算机，添加适当的硬件接口电缆和编程软件，可以对 PLC 编程和运行监控。计算机编程可以直接显示梯形图、读出程序、写入程序、监控程序运行等。

4. PLC 的工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式，其扫描过程如图 1-5 所示。

这个过程一般包括 5 个阶段：内部处理、通信操作、输入扫描处理、执行用户程序、输出处理。当 PLC 方式开关置于运行（RUN）时，执行所有阶段；当 PLC 方式开关置于停止（STOP）时，不执行后 3 个阶段，此时可进行通信操作，对 PLC 编程等。对于不同的 PLC，扫描过程中各步执行的顺序不同，由 PLC 内部的系统程序决定。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。

（1）内部处理

CPU 检查主机硬件，检查所有的输入模块、输出模块等，在运

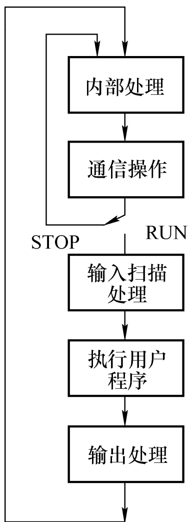


图 1-5　PLC 的扫描过程

行模式下，还要检查用户程序存储器。如果发现异常，则停止并显示错误。若自诊断正常，继续向下扫描。

（2）通信操作

在 CPU 扫描周期的通信操作阶段，CPU 自检并处理各通信端口接收到的任何信息，完成数据通信任务。即检查是否有计算机、编程器的通信请求，若有则进行相应处理。

（3）输入扫描处理

输入扫描处理又称为输入采样。在此阶段，顺序读入所有输入端子的通断状态，并将读入的信息存入输入映像寄存器。输入映像寄存器被刷新，程序执行时，输入映像寄存器与外界隔离，即使外界信号变化，其内容也保持不变。

（4）执行用户程序

用户程序在 PLC 中是顺序存放的。在这一阶段，CPU 根据 PLC 用户程序从第一条指令开始顺序取指令并执行，直到最后一条指令结束。执行指令时，从输入映像寄存器读取各输入端的状态，执行指令对各数据进行算术运算或逻辑运算，然后将运算结果送输出映像寄存器，输出映像寄存器的内容会随着程序的运行而改变。

（5）输出处理

程序执行完毕后，将输出映像寄存器的状态转存到输出锁存器，集中对输出点进行刷新，通过隔离电路，驱动功率放大器，使输出端子向外界输出控制信号，驱动外部负载。

PLC 的循环扫描工作方式，说明 PLC 是“串行”工作的，这和继电接触控制系统“并行”工作有质的区别。PLC 的串行工作方式避免了继电接触控制的触点竞争问题。

由于 PLC 是扫描工作方式，在程序执行阶段，输入变化不会影响输入映像寄存器的内容，输出映像区的输出信号要等到执行程序的结束才会送到输出锁存器。由此可以看出，全部的输入、输出状态的改变，需要一个扫描周期，即输入输出状态保持一个扫描周期。

扫描周期是 PLC 的重要指标之一，小型 PLC 的扫描周期一般为十几毫秒到几十毫秒。扫描周期的长短取决于扫描速度和用户程序的长短。选择高速 CPU 可以提高扫描速度，合理的设计程序也可以缩短扫描时间。

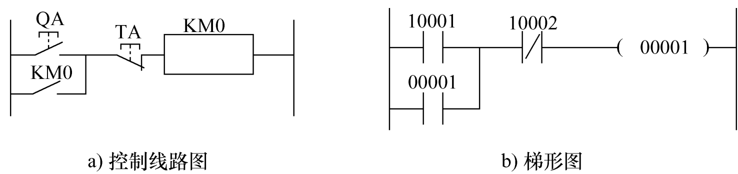
5. 可编程序控制器使用的编程语言

PLC 编程语言有 3 种，即梯形图、步进顺控图、逻辑功能图。

（1）梯形图

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言，它类似于继电接触控制电路形式，逻辑关系明显，在电气控制线路继电接触控制逻辑基础上使用简化的符号演变而来，形象、直观、实用，电气技术人员容易接受，是目前用得较多的一种 PLC 编程语言。

继电接触控制线路图和 PLC 梯形图如图 1-6 所示，由图可见两种控制图逻辑含义是一样的，但具体表示方法有本质区别。梯形图中的继电器、定时器、计数器不是物理实物继电



a) 控制线路图　　b) 梯形图

图 1-6　控制线路图和梯形图

器、实物定时器、实物计数器，这些器件实际是 PLC 存储器中的存储位，因此称为软元件。相应的位为“1”状态，表示该继电器线圈通电、常开触点闭合、常闭触点断开。

梯形图左右两端的母线是不接任何电源的。梯形图中并没有真实的物理电流流动，而是概念电流（假想电流）。假想电流只能从左到右，从上到下。假想电流是执行用户程序时满足输出执行条件的形象理解。

梯形图由多个网络组成，每个网络由一个或多个支路和输出元件构成。右边的输出元件是必需的。例如图 1-6b 的梯形图，网络 0 有 4 个编程元件，输入元件 10001、10002 表示按钮触点，第二行的 00001 表示接触器触点，括号中的 00001 表示接触器线圈，线圈 00001 是输出元件。

（2）步进顺控图

步进顺控图，简称步进图，又叫状态流程图或状态转移图，它是使用状态来描述控制任务或过程的流程图，是一种专用于工业顺序控制程序设计语言。它能完整地描述控制系统的工作过程、功能和特性、是分析、设计电气控制系统控制程序的重要工具。步进顺控图如图 1-7 所示。

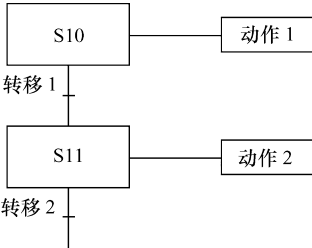


图 1-7　步进顺控图

（3）逻辑功能图

逻辑功能图与数字电路的逻辑图极为相似，模块有输入、输出端，使用与、或、非、异或等逻辑描述输出和输入端的函数关系，模块间的连接方式与电路连接方式基本相同。逻辑功能图编程语言，直观易懂，具有数字电路知识的人很容易掌握，图 1-8 是一个先“或”后“与”操作的逻辑功能图。

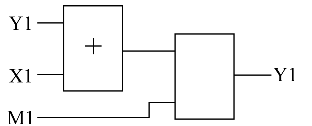


图 1-8　先“或”后“与”操作的逻辑功能

6. 矩形 V80 系列 PLC 的识别

（1）矩形 V80 系列经济型 PLC

矩形 V80 系列经济型 PLC 性能、参数见表 1-3。

表 1-3　矩形 V80 系列经济型

序　号	型　号	输　入	输　出		电　源	24V 输出电源	通信端口 RS-232
		数字输入	继电器	晶体管			
1	M32DR-AC/E	16	16		AC 220V	有	1
2	M32DT-AC/E	16		16	AC 220V	有	1
3	M32DR-DC/E	16	16		DC 24V		1
4	M32DT-DC/E	16		16	DC 24V		1
5	M20DR-AC/E	12	8		AC 220V	有	1
6	M20DT-AC/E	12		8	AC 220V	有	1
7	M20DR-DC/E	12	8		DC 24V		1
8	M20DT-DC/E	12		8	DC 24V		1
9	M16DR-AC/E	8	8		AC 220V	有	1
10	M16DT-AC/E	8		8	AC 220V	有	1
11	M16DR-DC/E	8	8		DC 24V		1
12	M16DT-DC/E	8		8	DC 24V		1

（2）矩形 V80 系列标准型 PLC

矩形 V80 系列标准型 PLC 性能见表 1-4。

表 1-4　矩形 V80 系列标准型 PLC

序　　号	型　　号	输　　入	输　　出		电　　源	24V 输出电源	通 信 端 口		增 强 功 能	
		数字输入	继电器	晶体管			RS-232	RS-485	扩展功能	实时时钟
1	M40DR-AC	24	16		AC 220V	有	1	1	有	有
2	M40DT-AC	24		16	AC 220V	有	1	1	有	有
3	M40DR-DC	24	16		DC 24V		1	1	有	有
4	M40DT-DC	24		16	DC 24V		1	1	有	有
5	M32DR-AC	16	16		AC 220V	有	1	1	有	有
6	M32DT-AC	16		16	AC 220V	有	1	1	有	有
7	M32DR-DC	16	16		DC 24V		1	1	有	有
8	M32DT-DC	16		16	DC 24V		1	1	有	有

（3）矩形 V80 系列混合型 PLC

矩形 V80 系列混合型 PLC 性能见表 1-5。

表 1-5　矩形 V80 系列混合型 PLC

序号	型　　号	数字信号	模拟电流	模拟电压	继电器	模　　拟		电源	24V 输出电源	通信端口		实时时钟	功 能 说 明
						电流	电压			RS-232	RS-485		
1	M20MAD-AC	5(8)	3	(3)	7	1		AC 220V		1	1	有	模拟量电压输入即（3）不用时可用做开关量输入（8），注意这 3 路是非隔离型的
2	M20MAD-AC/P	5(8)	3		7		1	AC 220V	有	1			（8）其中 3 路是非隔离型的
3	M20MAD-DC	5(8)	3	(3)	7	1		DC 24V		1	1	有	模拟量电压输入即（3）不用时可用做开关量输入（8），注意这 3 路是非隔离型的

（4）矩形 V80 系列增强型 PLC

矩形 V80 系列增强型 PLC 性能见表 1-6。

表 1-6　矩形 V80 系列增强型 PLC

序号	型　　号	数字输入	输　　出		电源	24V 输出电源	通　　信		高速计数	高速脉冲	扩展功能	实时时钟
			继电器	晶体管			RS-232	RS-485				
1	M40DR-AC/S	24	16		AC 220V	有	1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
2	M40DT-AC/S	24		16	AC 220V	有	1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有

（续）

序号	型　　号	数字输入	输　　出		电源	24V 输出电源	通　　信		高速计数	高速脉冲	扩展功能	实时时钟
			继电器	晶体管			RS-232	RS-485				
3	M40DR-DC/S	24	16		DC 24V		1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
4	M40DT-DC/S	24		16	DC 24V		1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
5	M32DR-AC/S	16	16		AC 220V	有	1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
6	M32DT-AC/S	16		16	AC 220V	有	1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
7	M32DR-DC/S	16	16		DC 24V		1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
8	M32DT-DC/S	16		16	DC 24V		1	1	2 路（50K）	2 路（50K）	有	有
9	M16DT-AC/S	8		8	AC 220V	有	1	1	2 路（50K）	2 路（50K）		有
10	M16DT-DC/S	8		8	DC 24V		1	1	2 路（50K）	2 路（50K）		有

（5）矩形 V80 系列数字量扩展单元

矩形 V80 系列数字量扩展单元性能见表 1-7。

表 1-7　矩形 V80 系列数字量扩展单元

序　　号	型　　号	数 字 输 入	继　电　器	晶　体　管
1	E16D	16		
2	E16T			16
3	E16DR	8	8	

（6）矩形 V80 系列模拟量扩展单元

矩形 V80 系列模拟量扩展单元性能见表 1-8。

表 1-8　矩形 V80 系列模拟量扩展单元

序　　号	型　　号	模 拟 输 入		模 拟 输 出		供 电 电 压
		电　　流	电　　压	电　　流	电　　压	
1	E8AD1	8				DC 24V
2	E8AD2		8			DC 24V
3	E4DA1			4		DC 24V
4	E4DA2				4	DC 24V
5	E6MAD1	4		2		DC 24V
6	E6MAD2		4	2		DC 24V

（7）矩形 V80 系列温度量扩展单元

矩形 V80 系列温度量扩展单元性能见表 1-9。

表 1-9　矩形 V80 系列温度量扩展单元

序　号	型　号	温度信号		输　出	供电电压	高速脉冲	
		热电偶	热电阻	晶体管			
1	E5THM	5		5	DC 24V	5 路 PWM	B、E、J、K、R、S、T 型热电偶，12bit 分辨率，配置开关定义
2	E4RTD		4	4	DC 24V	4 路 PWM	3 线或 4 线输入的 Pt-100 或 Ni-120 热电阻，15bit 分辨率，配置开关定义

（8）矩形 V80 系列数字量专用控制器

矩形 V80 系列数字量专用控制性能见表 1-10。

表 1-10　矩形 V80 系列数字量专用控制器

序　号	型　号	数字输入	输　出		电　源	24V 输出电源	RS-232
			继电器	晶体管			
1	M42DT-DC/ZY	24		18	DC 24V		1
2	M32DT-AC/WR	16		16	AC 220V	有	1
3	M18DR-DC/HH	12	6		DC 24V		1
4	M16DR-YR	8	2	6	DC 5V		1
5	M16DR-EK	8	8		AC 220V	有	1

（9）矩形 V80 系列增强型专用控制器

矩形 V80 系列增强型专用控制器的性能见表 1-11。

表 1-11　矩形 V80 系列增强型专用控制器

型　号	数字输入	继电器输出	供电电压	通　信	高速计数	高速脉冲	CAN 总线
M40DR-CAN-DC/S	16	24	DC 24V	RS-232	2 路（50K）	2 路（50K）	有

（10）矩形 V80 系列混合专用控制器

矩形 V80 系列混合专用控制器性能见表 1-12。

表 1-12　矩形 V80 系列混合专用控制器

序号	型　号	数字输入	模拟输入		输　出			电源	24V 输出电压	通　信		备　注
			电流	电压	继电器	晶体管	模拟电压			RS-232	RS-485	
1	M20MAD-DC/BBY	5(8)	3			7		DC 24V		1		（8）代表其中 3 路为非隔离型
2	M20MAD-AC/KQ	5(8)	3		7		1	AC 220V	有	1		（8）代表其中 3 路为非隔离型

（11）矩形 V80 系列 LED 显示器

矩形 V80 系列 LED 显示器的型号是 E5LED，5 数码管显示。

7. 矩形 V80 系列 PLC 的选择

（1）PLC 的分类

1）按 PLC 系统结构分类：硬 PLC 是基于厂家的专用 PLC 芯片、专用指令集制作的 PLC，大多数传统 PLC 厂商的中大型 PLC 都是硬 PLC，如西门子的 S7-300、S7-400，AB 的 SLC5、SLC500、Control Logix，三菱的 A 系列、Q 系列，包括矩形科技公司的 PPC11 和 V80 都是属于这一类。

软 PLC 是一种基于 PC 开发结构的控制系统，通过软件方法实现传统 PLC 的计算、控制、存储以及编程等功能，通过 I/O 模块以及现场总线等物理设备完成现场数据的采集以及信号的输出，它具有硬 PLC 在功能、可靠性、速度、故障查找等方面的特点，利用软件技术可以将标准的工业 PC 转换成全功能的 PLC 过程控制器。

相当多的小型 PLC 为了降低成本而使用这种结构（如矩形科技的 V60 系列），当然随着 CPU 速度的提升，现在也有很多中大型 PLC 也使用这种结构，PAC 就是属于这一类。矩形科技的 PPC22 和 PPC31 也是属于这一类产品。当然软 PLC 还可以分为编译型和解释型，还有编译与解释的混合型。

一般来说，硬 PLC 比编译型的速度快 20 倍，编译型的速度比解释型的快 20 倍。相对软 PLC，硬 PLC 在同样的速度情况下，可靠性更高一些，同时其在运动控制、通信、特殊 I/O 信号处理方面也有着软 PLC 不可比拟的优点。

2）按输入输出点数的大小分类：

微型 PLC　32 点以下；

小型 PLC　32 ~ 128 点；

中型 PLC　128 ~ 512 点；

大型 PLC　512 点。

矩形科技的 V80 包括了微型和小型 PLC，PPC 系列包括了中型和大型 PLC 范围。

3）按模块的安装方式：按模块的安装方式分为背板式或者是整体式，一般中大型的还都是背板式，而小型 PLC 多是整体式。

矩形科技的 PPC 系列中型 PLC 均是背板式结构，而 V80 是整体式结构。

4）矩形科技 PLC 产品系列分类：

① PPC 系列 PLC。PPC 系列 PLC 是中大型 PLC，包括三个系列，分别是：适用中大型工程和 DACS 系统，系统冗余配置的 PPC31 系列；适用于中大型设备和有特殊要求的 PC-BASE 系统的 PPC22 系列；适用于中小工程和生产线控制 PPC11 系列。

② V80 系列 PLC。V80 系列 PLC 是小型 PLC，是一种适用于装备制造业设备的通用控制平台。V80 系列 PLC 可细分为

带 RS-232、实时时钟、扩展接口、基本输入、输出的标准型 PLC；

带 RS-232、电池、基本输入、输出的经济型 PLC；

增强型 PLC，除标准型功能外，带双通信口（另带一个 RS-485），带双轴硬高速计数和脉冲输出。

③ V60 系列 PLC。V60 系列 PLC 是微型低成本 PLC，是用于替代各种继电器组的低成

本微型 PLC。

（2）PLC 的 I/O 点数的选择

一般来说，PLC 控制系统的规模大小是用输入、输出点数来表示的。用户在设计 PLC 控制系统时，应准确统计被控对象的输入信号、输出信号的总点数，并考虑未来调整和工艺改进需要，在实际统计的输入、输出点数的基础上，一般应加上 10%~20% 的备用量。

PLC 基本单元的输入、输出点数是固定的，不同型号的 PLC 具有不同比例，根据输入、输出点数的比例情况，可以选用输入、输出具有扩展单元或模块的 PLC。

（3）用户 PLC 程序存储器容量的估算

用户应用程序的大小与输入点数、输出点数、控制要求、运算处理量、程序结构等因素有关，在程序设计之前只可粗略估算。

一般估算方法是：

用户程序的总容量为输入、输出点数乘 8，加模拟通道数乘 100，加通信接口数乘 300，再加备用量。

矩形科技 PLC 的容量是 48KB 程序存储空间和 48KB 数据存储空间，可以满足各种控制需求。

（4）扩展单元、模块的选择

除了基本单元外，矩形 PLC 还提供了各种数字量扩展单元或模块、模拟量输入处理单元或模块、模拟量输出处理单元或模块，温度处理单元或模块，高速计数和高速脉冲处理单元或模块等特殊功能单元或模块，用户可以根据需要选用以满足各种特殊控制的需求。

1.2　认识矩形 V80 系列 PLC 的软元件

用户使用的每一个输入输出端子及内部的每一个存储单元都称为软元件，每个软元件有其不同的功能，有固定的地址，软元件的数量是由监控程序规定的，它的多少就决定了 PLC 的规模及数据处理能力。矩形 V80 系列 PLC 的软元件可分为输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、输入寄存器、数据保持寄存器、常数、指针、标签等。要学好、用好 PLC，必须认知 PLC 的软元件。

1. 输入继电器

输入继电器与 PLC 的输入端相连，是 PLC 接收外部开关信号的接口，由输入接口获取外界感测信号的状态（ON/OFF）。输入继电器是光电隔离的电子继电器，其常开触点（A 触点）和常闭触点（B 触点）在编程中使用次数不限。这些触点可在 PLC 程序中重复使用，矩形 V80 系列 PLC 输入继电器采用十进制地址编号，表示方式为：1xxxx，输入数值范围：10001 ~ 12048。

2. 输出继电器

输出继电器的外部输出触点连接到 PLC 的输出端子上，输出继电器是 PLC 用来传递信号到外部负载的元件。每一个输出继电器有一个外部输出的常开触点。输出继电器的常开、常闭触点，当作内部编程的触点使用时，使用次数不限。矩形 V80 系列 PLC 输出继电器采用十进制地址编号，表示方式为：0xxxx，当作触点或线圈使用时，其使用范围为 00001 ~ 09984。没有使用的输出继电器也可作为内部辅助继电器用。作为应用指令的操作数时，输

入数据必须为 16 的倍数 +1（例如 00001、00017、00049 等）才能被应用指令接受。

3. 内部辅助继电器

在 PLC 逻辑运算中，经常需要一些中间继电器作为辅助运算用，这些元件不直接对外输入、输出，经常用作暂存、移动运算等。这类继电器称作内部辅助继电器，在 VLadder 编程软件上，显示方式为 0xxxx，其使用范围为 00001 ~ 09984，与外部输出继电器的差异之一在于内部辅助线圈的起始地址，紧接在外部输出继电器的地址后。内部辅助继电器与外部输出继电器的差异之一在于它不能直接驱动负载工作。

没有使用的输入继电器也可以用作内部辅助继电器。在 VLadder 编程软件上，显示方式为 1xxxx，其使用范围为 10001 ~ 19984，与外部输入继电器的差异之一在于内部辅助线圈的起始地址，紧接在外部输入继电器的地址后。内部辅助继电器与外部输入继电器的差异之一在于它不能直接由外部输入驱动工作。

内部辅助继电器可通过断电保持线圈设置表，设置为断电保持线圈。

4. 特殊辅助继电器

特殊辅助继电器功能说明见表 1-13。

表 1-13　特殊辅助继电器功能说明

特殊继电器	功　　能	说　　明
09922	电池电力指示	1：良好
		0：不足
09923	I/O 状态保持控制	1：保持
		0：第一次解析将所有使能的 I/O 状态清除
09924	寄存器内容保持控制	1：保持
		0：第一次解析将所有寄存器内容清除
09925	指示用	1：第一次解析为 ON
		0：其余
09926	停机控制	1：I/O 模块异常时马上停机
		0：I/O 模块异常时正常工作；系统内置
09927	保留	
09928	保留	
09929	JMP、EOJ 指令指示	1：未成对使用或指令不合法
		0：正常
09930	JSR、SBR、RET 指令指示	1：未成对使用或指令不合法
		0：正常
09931	FOR、NEXT 指令指示	1：未成对使用或指令不合法
		0：正常
09932	写 ROM 备份寄存器命令	1：该位从 0 变为 1 时会把当前备份寄存器的内容存入 ROM 中，其余状态下不动作，执行此动作时会使本次扫描周期加长。
		0：无动作
09933	COM2 工作方式标志	1：工作在 FREE_LINK 模式
		0：工作在编程模式

5. 输入寄存器

用于存储特殊模块的输入数据的寄存器。在VLadder编程软件上，显示方式为3xxxx（例如30001、30002等），在V80系列PLC中3字头的运算字可直接对应到数字量输入或模拟量输入，其使用范围为30001～30512，作为应用指令的操作数时，操作数本身就是以寄存器的方式存在，所以在输入时只要是符合输入寄存器的范围即可。

6. 数据保持寄存器

用来存储十进制或十六进制数值数据，可将其输出到一般的输出接口。在VLadder编程软件上，显示方式为4xxxx（例如40001、40002等），在V80系列PLC中4字头的运算字可直接对应到数字量输出或模拟量输出，其数值范围为40001～49999。4字头的操作数本身就是以寄存器的方式存在，所以在输入时只要符合输出寄存器（或保持寄存器）的范围即可。

7. 常数

在某些应用指令上提供用户输入一常数值，应用指令就可以应用立即值直接作运算而不必通过读取寄存器，最大的好处就是增强应用程序的可读性。在VLadder编程软件上，显示方式为#xxxxx或#xxxxh，输入数值范围十进位为#00000～#65535，十六进位为#00000h～#0FFFFh。如#00001，#0020h，前者为十进制常数，后者为十六进制常数。

8. 指针

指针当做操作数主要就是作为一间接寻址的功能，指针可以指向0、1、3、4类的变量作为间接寻址的操作数。在VLadder编程软件上，显示方式为P00xx，V80系列PLC提供了16个指针让用户定义使用（范围为：P0001～P0016），在输入时只要先键入“P”，再键入数值1～16，即可将指针当做应用指令的操作数使用（注：在使用指针前，必须先定义指针的内容，应用指令的INIP、INCP、DECP、PADD、PSUB即是针对指针设定的相关应用指令）。

9. 标签

在应用指令上有一些配对的指令（如FOR、NEXT、SBR、RET等指令），必须其两个相配的指令为同一个标签才能够执行动作。在VLadder编程软件上，显示方式为Lxxxx（例如L0001、L0002等），输入范围为L0001～L0150。

实训模块1　认识矩形PLC

任务1　认识矩形PLC硬件

1. 训练目标

认识V80系列PLC外部端子的功能及连接方法；I/O点的编号、分类、主要技术指标及使用注意事项。

2. 训练设备、器材

M16DR-AC/E可编程序控制器、按钮、计算机、PLC编程软件等。

3. 训练内容

（1）外部看矩形V80系列PLC

1）矩形V80系列PLC：矩形V80系列PLC小型机M16DR-AC/E如图1-9所示。

M16DR-AC/E 本体单元有两行 I/O 状态指示灯：

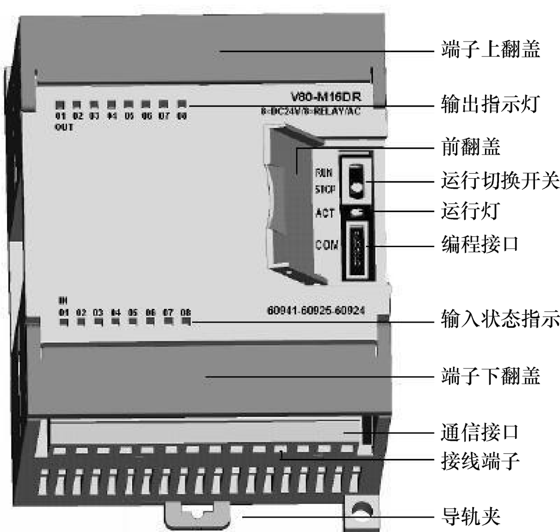


图 1-9　M16DR-AC/E

• 输入指示灯——用来表示 PLC 输入接口的信号状态，输入导通（ON）时，LED 亮。

• 输出指示灯——用来表示 PLC 输出接口的信号状态，输出导通（ON）时，LED 亮。运行开关有 2 个状态，分别是 RUN 和 STOP：

• RUN——运行模式，用于程序的正常运行。此模式上电，将把用户程序和系统参数（如通信设置参数等）从备份 ROM 下载到控制器程序区中运行。带电切换“STOP→RUN”时，直接运行控制器程序区中的调试程序（注意：此时请勿在线修改程序）。上电或切换到此模式时，各线圈和寄存器是否保持上一次掉电前的状态均由特殊继电器的设置决定。

• STOP——停止（编程）模式，可用于在线编程和调试。此模式上电，系统清空控制器程序区和寄存器中的所有内容，只有在此模式下，才可以进行程序在线修改和写入 ROM 操作。带电切换“RUN→STOP”时，停止运行程序，此时各线圈和寄存器状态保持不变。

编程通信接口：

编程接口为标准的 RS-232C 接口，是 PLC 与 PC 连接通信的接口（波特率为 1200 ~ 19200bit/s）。必须配置专用的编程电缆，PC 通过 VLadder 程序与 PLC 在线联机，同时该接口带标准 ModBus RTU 从功能，支持各种人机界面 HMI 和组态软件，编程电缆 PC 端的各脚定义如下：

• PIN 2：Rx（数据接收）

• PIN 3：Tx（数据发送）

• PIN 5：GND（接地）

用户编辑的程序通过通信电缆和编程通信接口下载到矩形 V80 系列 PLC。

2）电源接线端：如图 1-10 所示，电源接线端用于连接 AC 220V（或 DC 24V）电源，给矩形 V80 系列 PLC 供电。

3）输入接线端：现场各种按钮、触点、传感器等硬件开关信号通过输入接线端和输入电路送入矩形 V80 系列 PLC 输入映像区。

4）输出接线端：输出接线端与电磁阀、继电器、接触器等外部控制设备相连接。

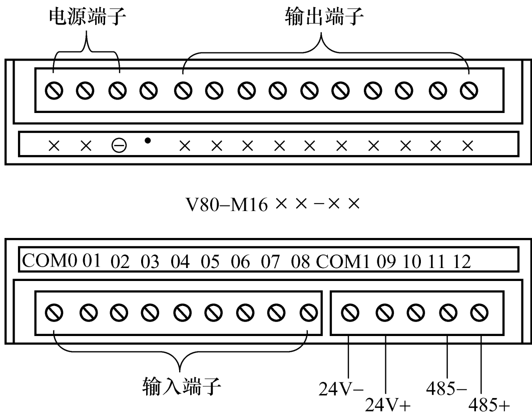


图 1-10　接线端子

矩形 V80 系列 PLC 通过输出电路、输出

接线端控制电磁阀、继电器、接触器等外部控制设备工作。

5）通信接口（可选件）：RS-485 通信接口作为 PLC 相互连接的接口使用（波特率为 1200～38400bit/s），同时该接口带标准 ModBus RTU 主、从、自由通信协议功能，支持各种 HMI 和组态软件、变频器、第三方带通信产品，此通信接口为输入接口 2 的 11 端子（485－）和 12 端子（485＋），如图 1-10 所示。

6）外供电源：外供 24V 电源主要用于传感器供电和干接点供电。可以输出 24V/300mA，如果负载是容性或感性输出，容量应相应减少。

7）09～12 输入端子（可选件）：除了标准配置的 8 入 8 出外，用户还要以选用额外的 4 路输入，组成 20 点的 PLC，12 入 8 出，请注意这四路输入没有指示灯，这四路输入与上面的 RS-485 和外供 24V 是共享同一组端子。这些可选功能只能由厂商来定制，用户在选购时请与代理商说明。

（2）认识矩形 V80 系列 PLC 的核心板

V80-M16DR/DT 系列 PLC 包括一个中央处理单元（CPU）、电源（AC 或 DC 可选）以及数字量 I/O，这些都被集成在一个结构紧凑和独立的本体模块中。

- 负责执行程序和存储数据，以便完成工业离散控制；
- 电源供电方式分为 AC 220V 和 DC 24V 两种；
- 具有 16 点数字量输入/输出能力；
- 具有 1 个编程接口和 1 个通信接口 COM2；
- 具备直观的 I/O 运行状态指示。

矩形 V80 系列 PLC 的核心板如图 1-11 所示。

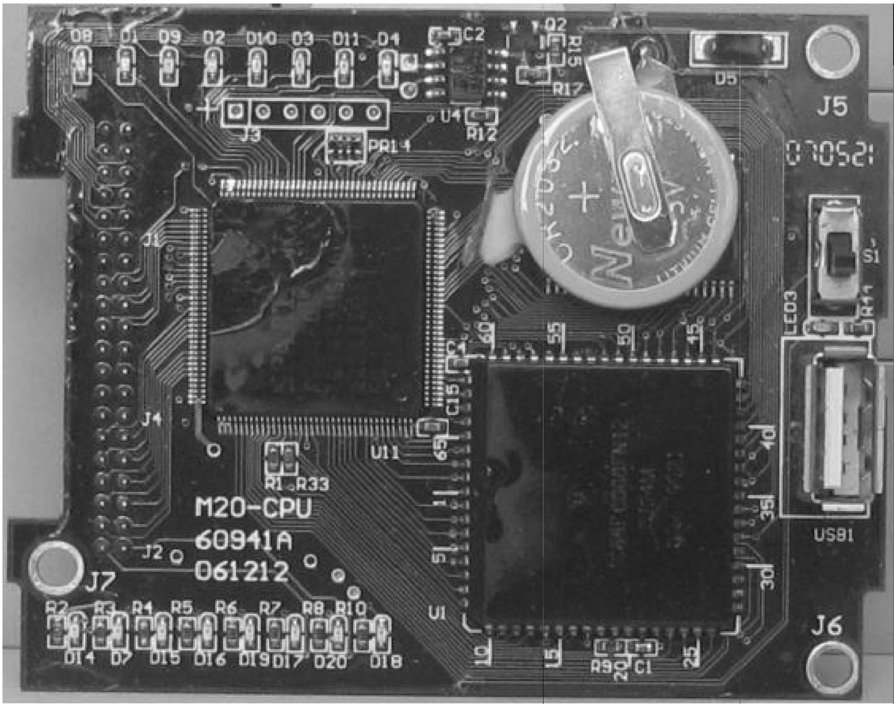


图 1-11　核心板

（3）认识矩形 V80 系列 PLC 的输入、输出板

拆开 CPU 板后可以见到输入、输出部分，矩形 V80 系列 PLC 的输入、输出板如图 1-12 所示，右边为拆开的 CPU 板，左边为输入、输出板。

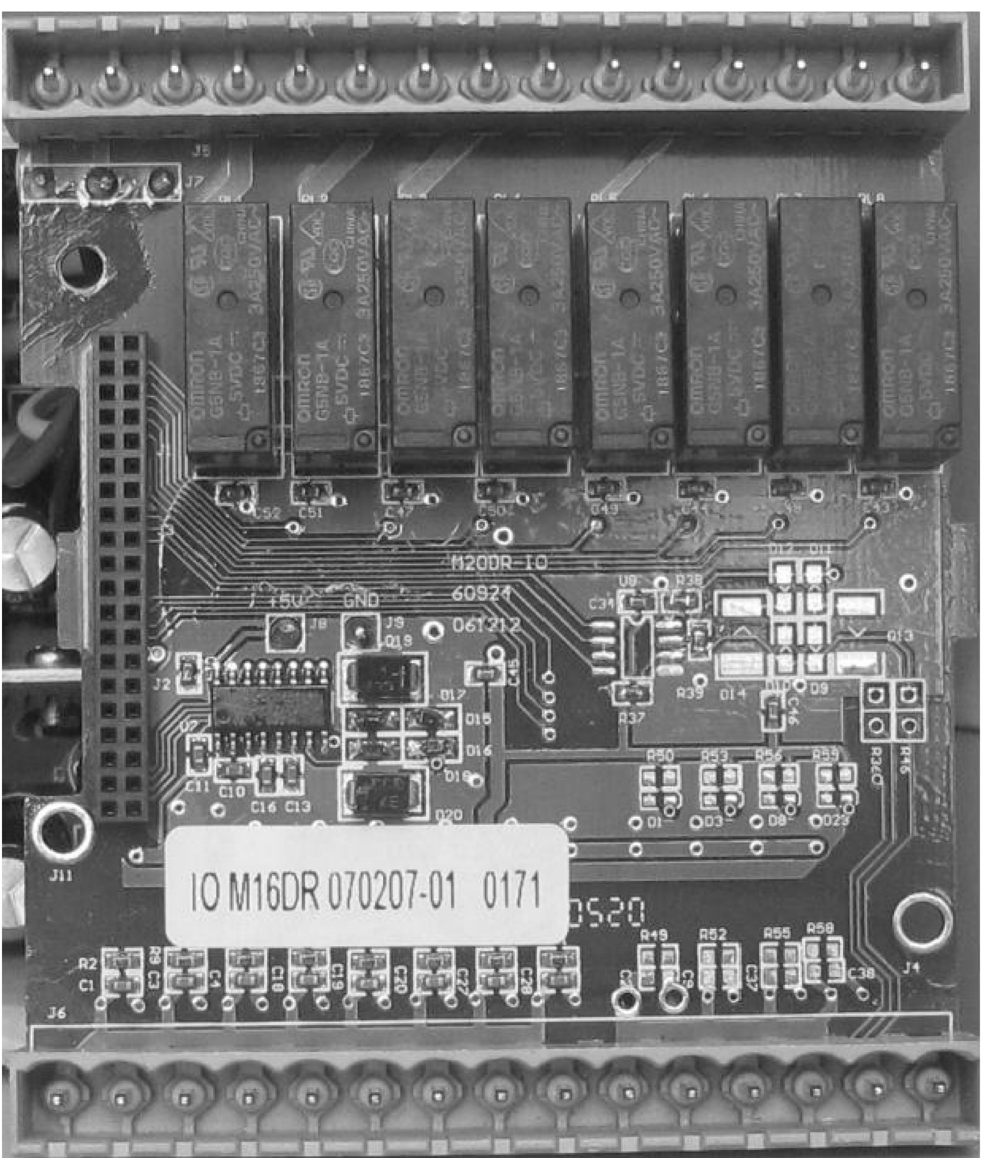


图 1-12　输入、输出板

（4）认识矩形 V80 系列 PLC 的开关电源板

再拆开输入、输出板，可以见到矩形 V80 系列 PLC 的开关电源板，如图 1-13 所示。

（5）使用 PLC 控制 LED 指示灯

1）控制要求：

- 按下 SB1，LED 指示灯亮。



图 1-13　电源板

- 按下 SB2，LED 指示灯灭。

2）PLC 输入、输出分配。

PLC 输入输出 I/O 分配见表 1-14。

表 1-14　PLC 输入输出 I/O 分配

输　　入		输　　出	
元 件 代 号	输入继电器	元 件 代 号	输出继电器
SB1	10001	LED1	00001
SB2	10002		

3）PLC 接线图：PLC 接线图如图 1-14 所示。

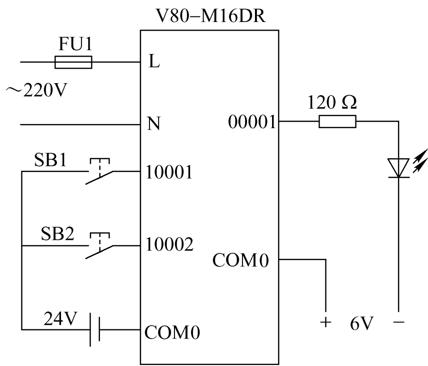


图 1-14　PLC 接线图

4）控制程序设计：根据控制要求，设计 PLC 控制程序，如图 1-15 所示。

5）输入 PLC 控制程序。

6）点击执行“控制器”菜单下的“保存到 PLC”命令，将 PLC 程序下载到 PLC。

7）按图 1-14 接线图连接按钮和 LED 指示灯。

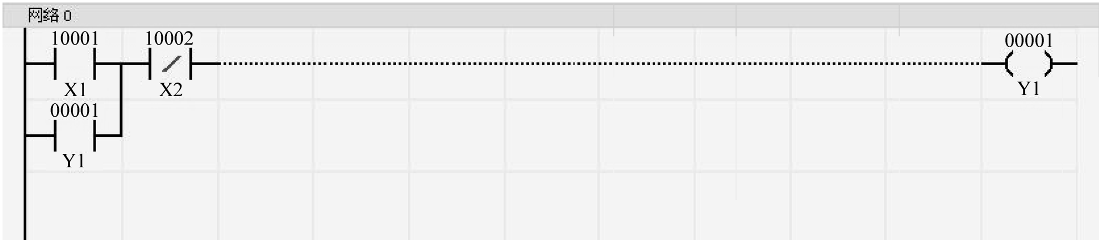


图 1-15 控制 LED 指示灯

8）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关至“RUN”处，使 PLC 处于运行状态。

9）按下 SB1 按钮，观察 PLC 的输出指示，观察指示灯的状态。

10）按下 SB2 按钮，观察 PLC 的输出指示，观察指示灯的状态。

任务 2 学用矩形 PLC 软元件

1. 训练目标

1）学用 V80 系列 PLC 的通用辅助继电器

2）学用 V80 系列 PLC 停电保持辅助继电器

2. 训练设备、器材

M16DR-AC/E 可编程序控制器、按钮、计算机、PLC 编程软件等。

3. 训练内容

（1）通用辅助继电器的应用

实训步骤：

1）按图 1-16 电路配置元器件，连接线路。

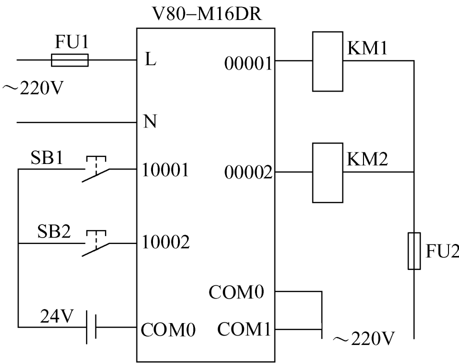


图 1-16 电路图

2）输入图 1-17 程序。

3）将程序下载到 PLC。

4）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于 RUN 状态。

5）按下 SB1，观察和记录 0050 及输出点 00001、00002、负载的状态。

6）按下 SB2，观察和记录 0050 及输出点 00001、00002、负载的状态。

（2）停电保持辅助继电器的应用

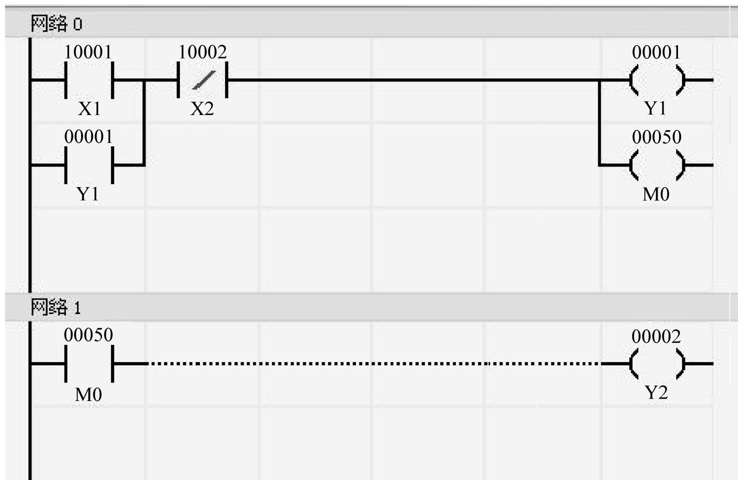


图1-17　梯形图

实训步骤：

1）按图1-16电路配置元器件，连接线路。

2）双击图1-18所示的工程管理区的工具目录下的“掉电保持线圈”。

3）弹出图1-19所示的“掉电保持线圈”设置对话框。

4）如图1-20所示，双击00030，设置00030为停电保持（锁存）继电器。

5）输入图1-21所示的程序。

6）将程序下载到PLC。

7）拨动PLC的RUN/STOP开关，使PLC处于RUN状态。

8）按下SB1，观察和记录00030、00050及输出点00001、00002、负载的状态。

9）按下SB2，观察和记录00030、00050及输出点00001、00002、负载的状态。

10）再次按下SB1，观察和记录00030、00050及输出点00001、00002、负载的状态。

11）当00001、00002为ON时，切断PLC电源，再接通PLC电源，观察和记录00050、00030及00001、00002的状态，体会停电保持辅助继电器的作用。

12）当00001、00002为ON时，拨动PLC的RUN/STOP开关，使PLC处于STOP状态。

13）再次拨动PLC的RUN/STOP开关，使PLC处于RUN状态，观察和记录00030、00050及00001、00002的



图1-18　工程管理区的工具目录

状态，体会停电保持辅助继电器的作用。

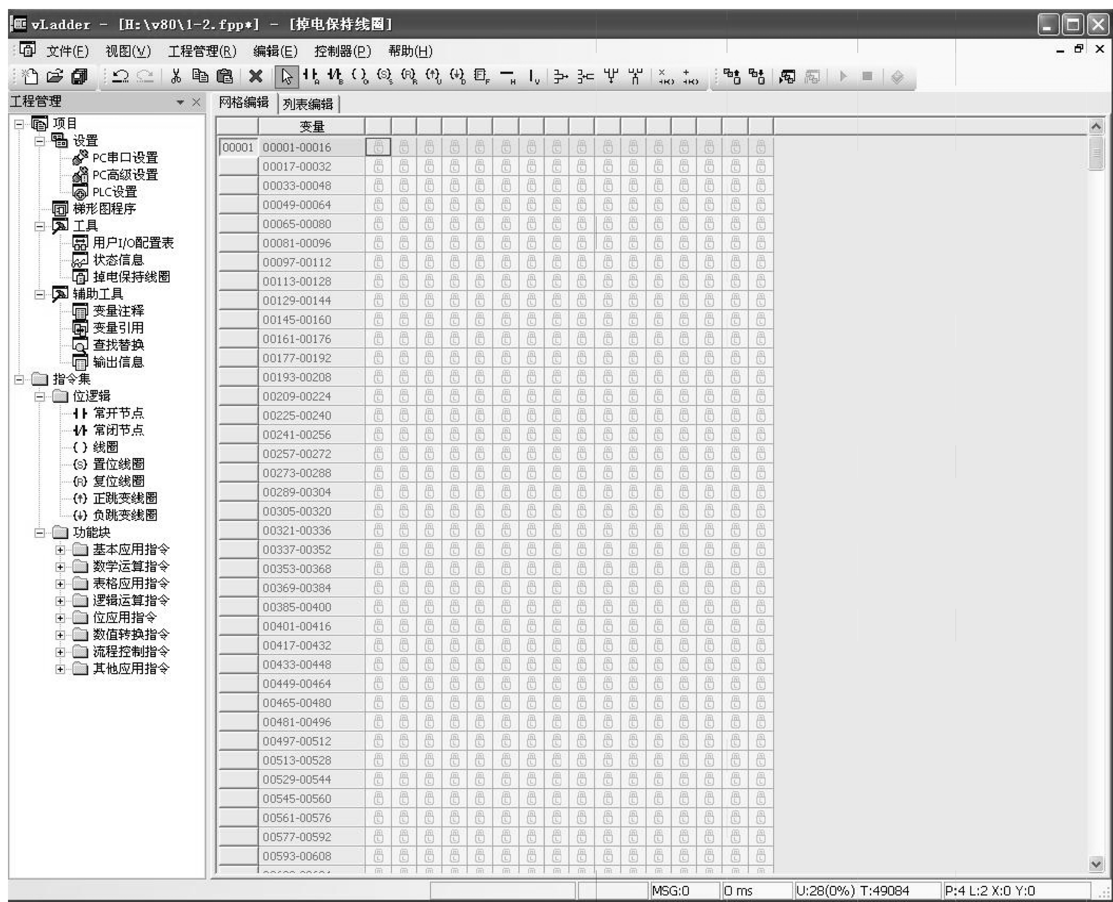


图 1-19　“掉电保持线圈”设置对话框

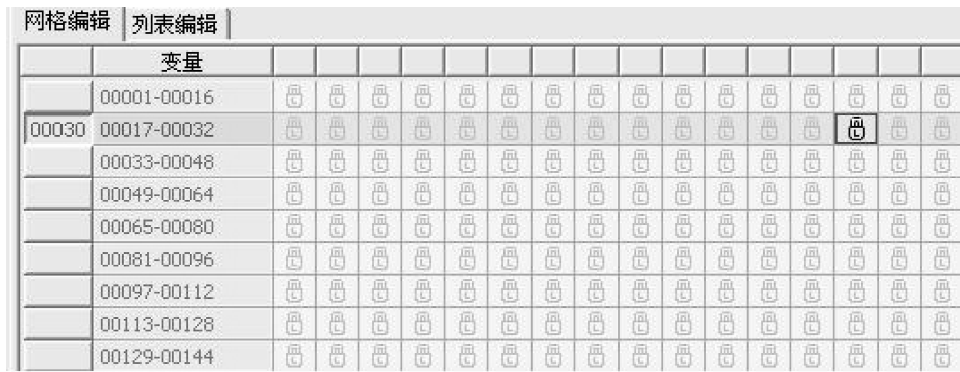


图 1-20　设置 00030 为停电保持（锁存）继电器

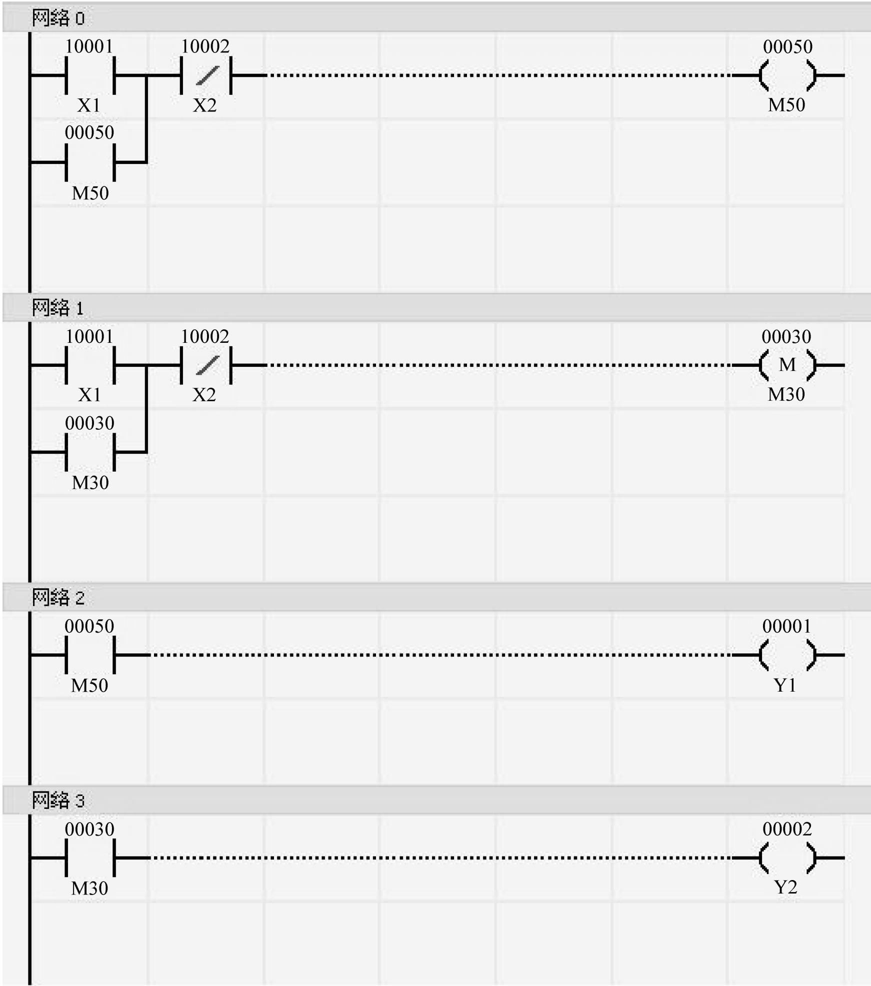


图 1-21　给出的梯形图程序

习　题　1

1. 简述 PLC 的结构和工作原理。
2. 简述 V80 系列 PLC 的各种软元件类型及数量。
3. 简述掉电保持线圈的特性。

第 2 章　学用矩形 PLC 编程软件

2.1　安装矩形 V80 编程软件

1）双击图 2-1a 所示矩形 V80 系列 PLC 编程软件安装图标或选择执行 VLadder 5. 12. exe 可执行文件，出现图 2-2 所示的欢迎使用 VLadder 5. 12 安装向导的对话框。

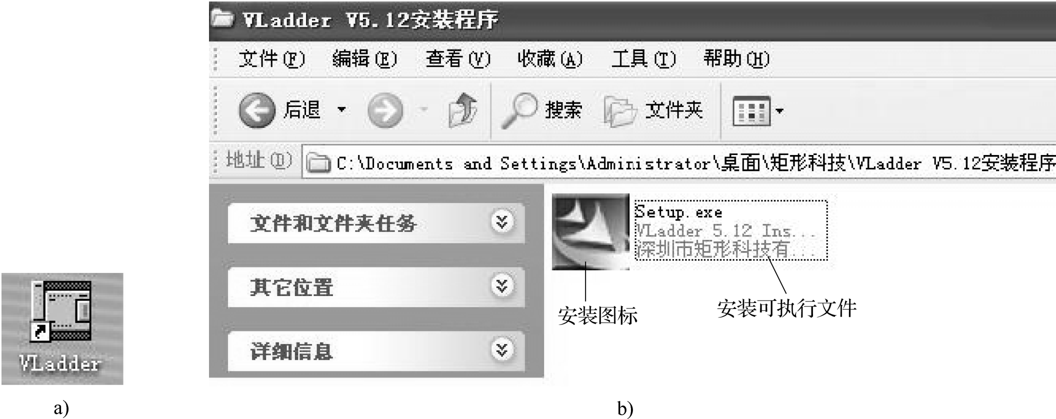


图 2-1　VLadder 5. 12 图标



图 2-2　欢迎使用 VLadder 5. 12 安装向导

2）点击图 2-2 中“下一步”按钮，出现图 2-3 所示的选择安装位置对话框。



图 2-3　选择安装位置

若要改变安装位置，可以点击对话框中间的“浏览”按钮，重新选择安装的目标文件夹。

3）点击图 2-3 中“下一步”按钮，出现图 2-4 所示的选择快捷方式界面，选择用于 VLadder 的开始菜单程序组。



图 2-4　选择快捷方式

4）点击图 2-4 中“下一步”按钮，出现图 2-5 所示的选择附加快捷方式界面，选择安装 VLadder 时要创建的其他附加的快捷方式。



图 2-5　选择附加快捷方式

5）点击图 2-5 中“下一步”按钮，出现图 2-6 所示的准备安装 V80 编程软件界面。

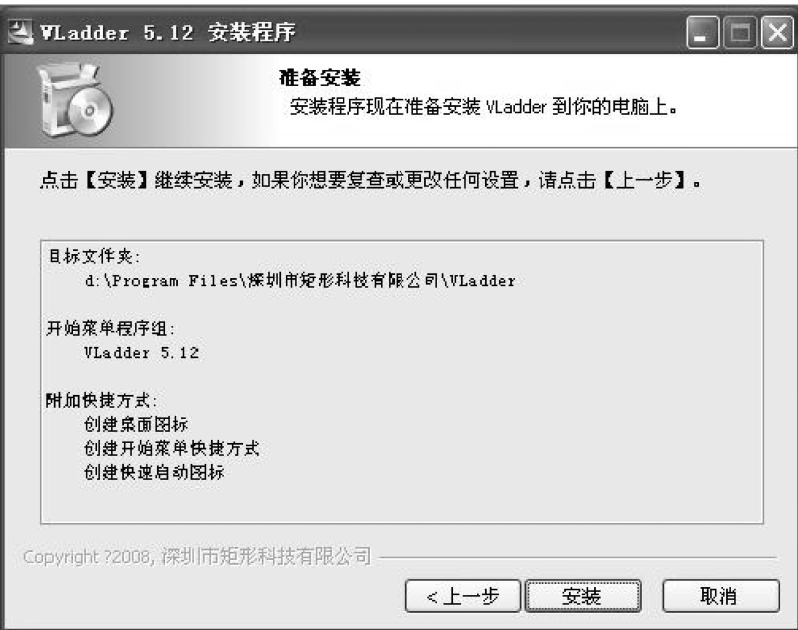


图 2-6　准备安装

6）点击“安装”按钮，开始安装 V80 编程软件。

7）V80 编程软件安装结束，出现图 2-7 所示的“正在完成 VLadder 安装向导”对话框，点击“完成”按钮，完成 V80 编程软件的安装。



图 2-7　正在完成 VLadder 安装向导

2.2　使用矩形 V80 编程软件

1. 矩形 V80 编程软件功能概述

（1）矩形 V80 编程软件的一般特点

1）矩形 V80 编程软件采用 Windows 操作系统，完全依照 Windows 环境的操作习惯设计，易学易用，不论是初学者或有经验的用户皆可以有效地操作。

2）矩形 V80 编程软件采用工程（project）观念，以可视化的方法将程序的开发内容以分层方式呈现，令相关工作内容一目了然，不论是程序的开发或维护都可以直观地进行。

3）矩形 V80 编程软件依据作业现场及办公室操作环境的差异提供精心设计的键盘及鼠标操作方法，不论在何种作业环境皆能以极有效率的方式完成程序的编辑与测试。

（2）矩形 V80 编程软件的程序编辑

1）矩形 V80 编程软件提供在线程序编辑功能，编辑完后可立即执行不必重新下载程序，可大幅缩短程序的开发与修改时间。

2）提供多窗口的梯形图程序画面，可将不同区段的程序同时呈现，以便加以对照、复制和编辑。

3）提供弹性的梯形图程序编辑功能，可执行程序网络的插入、复制、粘贴、删除等高效操作，以加速程序输入。

4）提供程序单元输入功能，用户可将整个开发工作依不同功能或其他分类方式将整个大程序切割为数个程序单元，并可进行独立的输入、批注与测试，此对程序开发与后续维护工作有极大帮助。

5）提供独立助记码程序显示窗口，可实时显示梯形图程序窗口内光标位置所在梯形网络的等效助记码程序；

6）多样化的程序查找功能，可查找组件及寄存器并可设置过滤条件，如组件种类、查找范围并以列表方式显示查找结果，若用鼠标直接在查找结果上点击，可将对应程序部分直接调出显示于梯形图程序窗口内。

（3）矩形 V80 编程软件的程序测试

1）提供多页状态测试页窗口，用户可自定各页欲显示的组件、寄存器数据，并可个别选择数据显示的格式，状态测试页的设置会存于工程文件内，下次操作时可直接调出以便于状态的监看与设置，执行时通过状态测试页可将开关组件加以非使能、使能或强制设置及设置寄存器值。

2）多窗口的梯形图程序高亮度显示画面，除将各开关组件闭合状态以红色直接在组件上显示外，各应用指令内的寄存器其现在值也直接在窗口内一起显示，此对程序测试有极大的帮助。在窗口内也可直接点击开关组件并对其加以非使能、使能或强制设置，被非使能的触点与线圈在显示上有别于正常组件，以便掌握组件状况。

（4）矩形 V80 编程软件的程序注释

1）提供组件、寄存器、网络、程序单元与程序等不同层次的注释功能，除程序外其余注释皆可在梯形图程序窗口内加以显示。对于梯形图程序如何运作的解读有极大的帮助。

2）提供以下报告（report）文件打印功能。

- 梯形图程序打印，可选择打印范围及批注工程将梯形图程序从打印机输出。
- 使用组件交叉报告，列出所有程序内用到的组件及应用指令在程序内的位置。

3）组件、寄存器的注释除可利用本软件输入外，也可采用用户常用的文字编辑软件来建立，再以导入（import）方式导入本软件，也可以导出（export）方式将工程内的组件、寄存器批注转为文字文件以便与其他应用软件，例如与 Excel 互通。

2. 启动、退出 V80 编程软件

双击 V80 编程软件的图标 VLadder ，出现图 2-8 所示 V80 编程软件界面。

选择执行“文件菜单”下的“退出”命令，或点击编程界面右上角的红色“×”关闭按钮，可以退出 V80 编程软件。

3. V80 编程软件的工作窗口（见图 2-9）

V80 编程软件的工作窗口包括菜单栏、工具栏、状态显示窗口、梯形图程序窗口、工程管理窗口。

1）菜单栏。显示文件、视图、工程管理、编辑、控制器、帮助等软件菜单 。

2）工具栏。菜单命令的快捷操作工具，显示文件、编辑、触点指令、运行、停止、查找等常用工具。

3）状态显示窗口。PLC 运行监视窗口，可实时监视 PLC 的状态和各变量的状态

4）梯形图程序窗口。梯形图编辑窗口，用于编辑修改梯形图程序。

5）工程管理区。项目管理单元，用于管理 PLC 设置、PLC 通信、用户 I/O 配置、梯形图编辑、变量状态显示、变量注释、变量引用、变量查找替换等窗口，管理指令树的展开与

收缩。

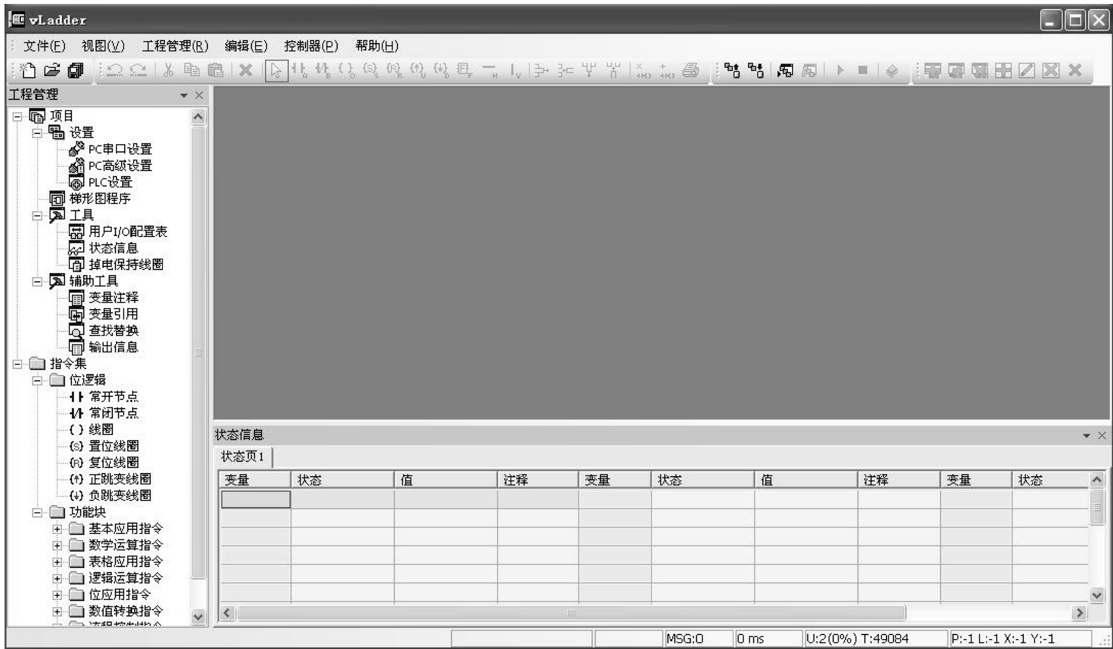


图 2-8　V80 编程软件界面

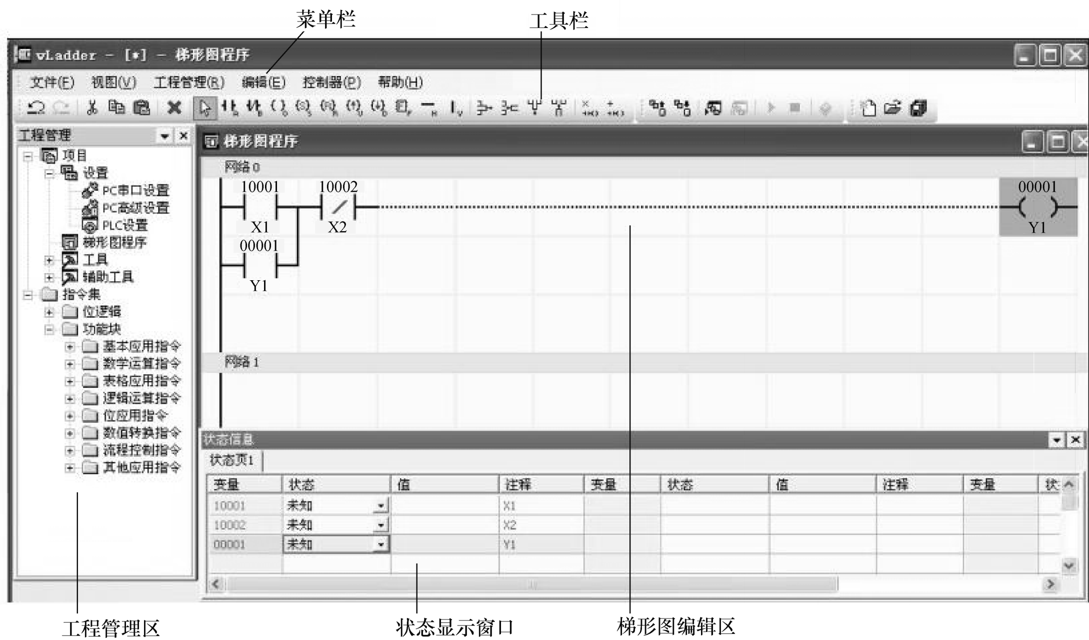


图 2-9　工作窗口

4. V80 编程软件的菜单

（1）文件菜单

文件菜单如图 2-10 所示。

文件菜单下的命令。

1）新建。新建一个项目程序。

2）打开。打开已有的项目程序。

3）保存。保存当前的项目程序。

4）另存为。将当前项目程序文件以用户命名的文件另存到用户指定的路径。

5）从 PLC 打开。从 PLC 上传文件到当前项目。

6）保存到 PLC。把当前项目程序下载到 PLC 保存。

7）导入菜单下有两个子菜单。

- 从文件导入变量注释。从指定文件导入变量的注释信息。
- 从文件导入状态信息。从指定文件导入变量的状态信息。

8）退出。退出 V80 编程软件。



图 2-10　文件菜单

（2）视图菜单

视图菜单如图 2-11 所示。

视图菜单下的命令：

1）缩放。点击视图菜单下的缩放子菜单右边的箭头，会出现缩放到最小、较小、中等、较大、最大等命令。

2）显示变量。选择梯形图是否显示变量，菜单前的√出现时显示变量。

3）显示注视。选择梯形图是否显示变量的注释信息，菜单前的√出现时显示变量的注释信息。

4）数据格式设置。分别点击视图菜单下的“十进制显示”、“十六进制显示”等，监视画面中的寄存器数据以“十进制”、“十六进制”等数据格式显示。

5）工具。点击视图菜单下的工具条子菜单右边的箭头，会出现文件、编辑、PLC 等快捷命令按钮是否显示的选项。

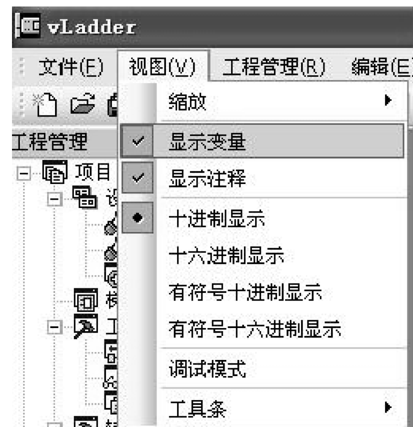


图 2-11　视图菜单

（3）工程管理菜单

工程管理菜单如图 2-12 所示。

工程管理菜单下的命令：

1）工程管理。是否显示工程管理窗口。

2）PC 通信设置。显示 PC 串口配置对话框。

3）PC 通信高级设置。显示 PC 通信高级配置对话框。

4）PLC 设置。显示 PLC 串口 1、PLC 串口 2 配置对话框。

5）梯形图程序。菜单前的√出现时显示梯形图程序。

6）用户 I/O 配置表。菜单前的√出现时显示用户 I/O 配置表。

7）状态信息。菜单前的√出现时显示变量状态信息。

8）掉电保持线圈。菜单前的√出现时显示掉电保持线圈设置表。

9）变量注释。菜单前的√出现时显示变量注释信息。

10）查找替换。点击执行工程管理下的“查找替换”命令时，显示查找替换对话框，输入查找变量信息，被查找的信息立即显示在对话框的下部信息栏。分别输入查找变量和替换变量信息，再点击替换按钮或全部替换按钮，梯形图中被查找的变量将被替换或全部替换为替换栏输入的变量。

11）选择语言。可以选择英文或中文编程界面，如果选择英文，退出后重新启动编程软件，编程界面的菜单、选项等全部为英文。在英文编辑界面，如果选择语言为中文，退出后重新启动编程软件，编程界面的菜单、选项等全部为中文。



图 2-12　工程管理菜单

（4）编辑菜单

编辑菜单如图 2-13 所示。

编辑菜单下的命令：

1）被选择对象的编辑命令

- 剪切　剪切对象；
- 复制　复制对象；
- 粘贴　粘贴已剪切或复制的对象；
- 删除　删除被选对象；

2）选择　选择编辑对象。

3）梯形图的编辑对象命令

- 常开节点　绘制常开节点；
- 常闭节点　绘制常闭节点；
- 线圈　绘制线圈；
- 置位线圈　绘制置位线圈；
- 复位线圈　绘制复位线圈；
- 正跳变线圈　绘制正跳变线圈；
- 负跳变线圈　绘制负跳变线圈；
- 功能块　绘制功能块；
- 水平线　绘制水平线；
- 竖直线　绘制竖直线。

4）梯形图的行、列、网络编辑命令

- 删除行　删除鼠标指定行；
- 插入行　在指定位置插入 1 行；
- 删除列　删除鼠标指定列；



图 2-13　编辑菜单

- 插入列　在指定位置插入 1 列；
- 删除网络　删除鼠标选定的网络；
- 插入网络　在指定位置插入网络。

（5）控制器菜单

控制器菜单如图 2-14 所示。

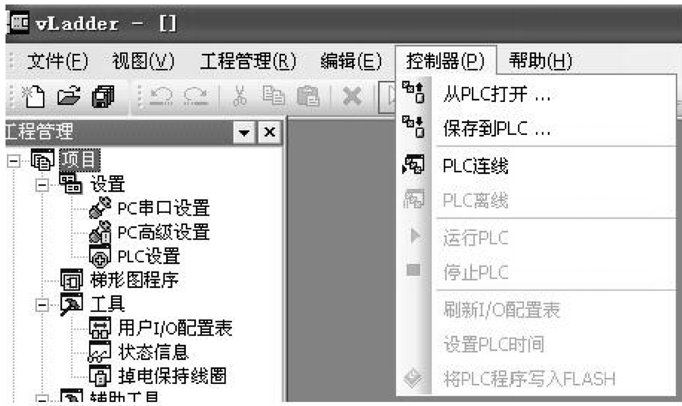


图 2-14　控制器菜单

控制器菜单下的命令：

1）从 PLC 打开　从 PLC 上传程序到 V80 编程软件。

2）保存到 PLC　使用 V80 编程软件的设计的程序下载到 PLC。

3）PLC 连线　使 PLC 与计算机处于连线状态，以便上传、下载 PLC 程序，控制 PLC 运行、停止，监视 PLC 的状态等。

4）PLC 离线　使 PLC 与计算机处于离线状态，以便编辑、修改梯形图程序。

5）运行 PLC　运行 PLC 程序。

6）停止 PLC　停止 PLC 程序运行。

7）刷新　刷新 I/O 配置表。

5. V80 编程软件的工程管理区

工程管理区如图 2-15 所示。

通过工程管理区的目录选项，可以快速进行 PLC 设置，打开 PLC 程序编辑、PLC 变量注释、PLC 变量引用、PLC 元件查找与替换、输出信息窗口，PLC 指令的快速选择与应用。

6. 工程的建立

1）启动运行 VLadder 编程软件。

2）点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，出现图 2-16 所示的梯形图编程界面。

3）在梯形图编辑界面输入、编辑梯形图程序。



图 2-15　工程管理区

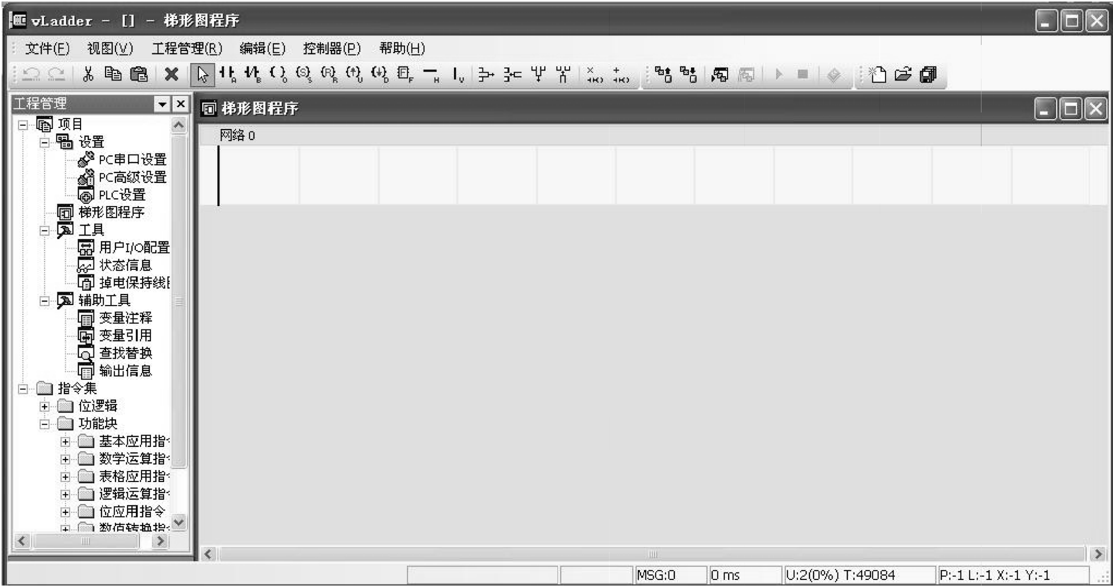


图 2-16　梯形图编程界面

4）点击执行“文件”菜单下的“另存为”命令，弹出图 2-17 所示的文件“另存为”对话框。



图 2-17　另存为对话框

5）选择文件保存的文件夹，在文件名设置栏输入工程项目名称“M1－1”，点击“保存”按钮，保存工程项目文件。

7. 输入、编辑程序

1）启动运行 VLadder 编程软件。

2）点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，出现梯形图编程界面。

3）如图 2-18 所示，点击执行“编辑”菜单下“常开触点”命令。

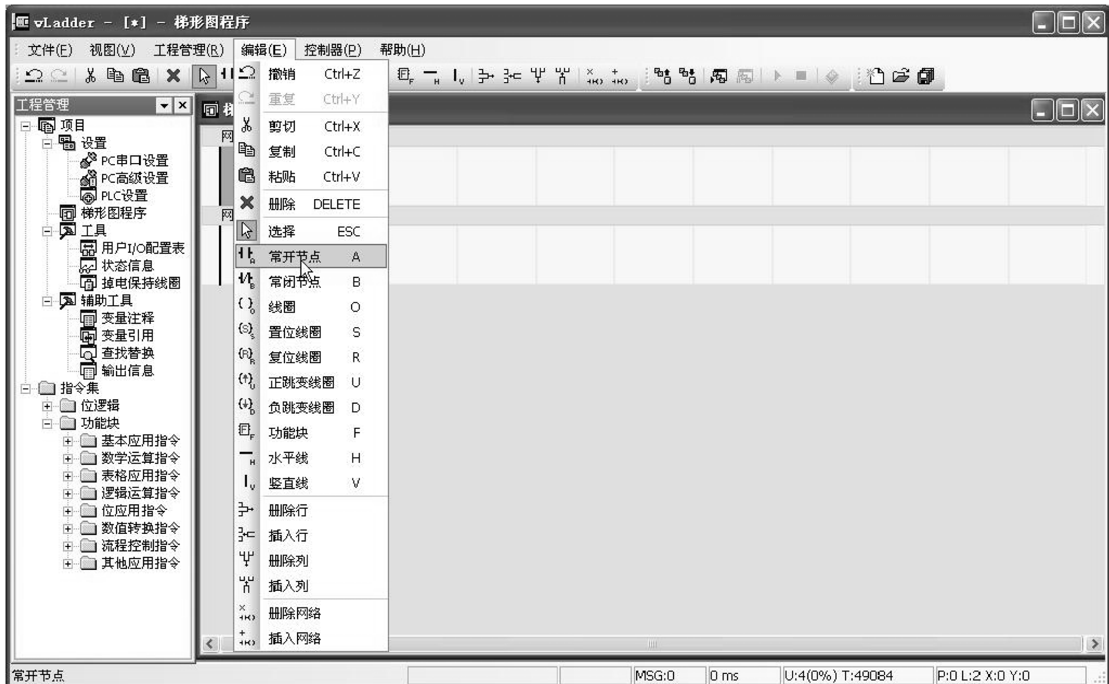


图 2-18　执行常开触点命令

4）移动到网络 0 第 1 行第 1 列处点击，出现图 2-19 所示编辑—位逻辑对话框。

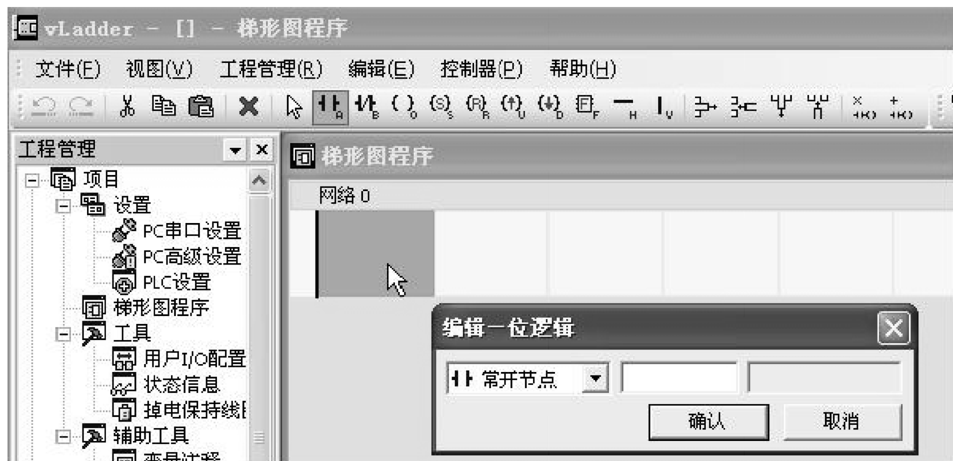


图 2-19　编辑—位逻辑对话框

5）如图 2-20 所示，在“编辑—位逻辑对话框”中间软元件地址栏输入常开触点软元件地址“10001”，在注释栏输入“X1”。



图 2-20　输入地址和注释

6）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，如图 2-21 所示，完成常开触点 10001 的输入。



图 2-21　常开触点 10001 的输入

7）如图 2-22 所示，点击“常闭触点”快捷命令按钮。



图 2-22　点击“常闭触点”

8）移动到常开触点 10001 右边处点击，出现图 2-23 所示的常闭触点的编辑—位逻辑对话框。



图 2-23　常闭触点对话框

9）如图 2-24 所示，在编辑—位逻辑对话框中间软元件地址栏输入常闭触点软元件地址 10002，注释栏输入“X2”。



图 2-24　编辑常闭触点注释

10）按“确认”按钮，完成“常闭触点”10002 的输入。

11）按键盘上的右移光标键“→”，使编辑光标右移一位，按键盘的字母“O”键，出现图 2-25 所示的编辑“输出线圈”对话框。



图 2-25　输出线圈对话框

12）如图 2-26 所示，在编辑—位逻辑线圈的对话框的中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址 00001，注释栏输入“Y1”。



图 2-26　编辑输出线圈

13）按“确认”按钮，出现图 2-27 所示的线圈 00001 输入完成画面。



图 2-27　输出线圈 00001

14）移动鼠标到常开触点 10001 下面处点击，出现编辑—位逻辑对话框，在编辑—位逻辑对话框左边下拉列表中选择“常开触点”（见图 2-28），在中间软元件地址栏输入“00001”，右边注释栏自动显示“Y1”，按“确认”按钮，出现常开触点 00001 的输入。

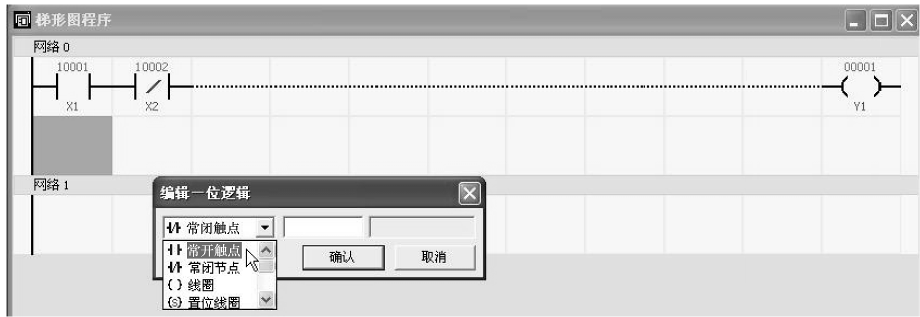


图 2-28　选择编辑的软元件类型

15）点击“竖直线”快捷按钮，移动到常开触点 10001 处点击，出现图 2-29 所示的画好竖线的画面。

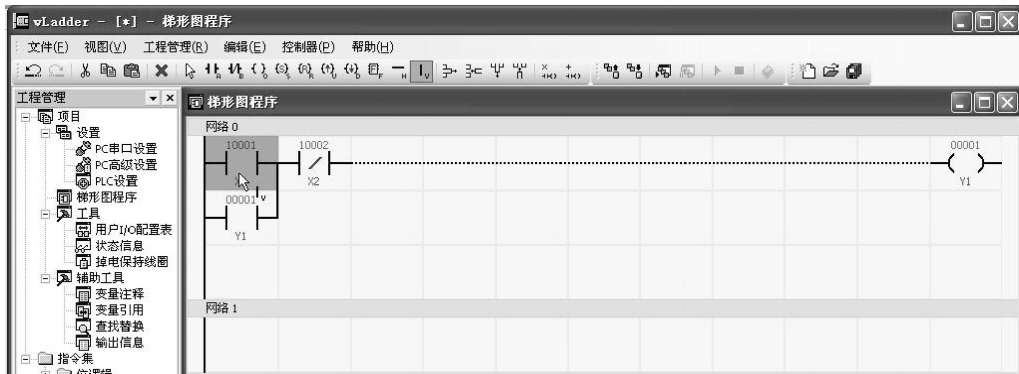


图 2-29　画竖线

到此为止，完成网络 0 的梯形图编辑。

16）点击工具栏“选择”快捷按钮，移动鼠标在网络 0 的最左边母线外点击，如图 2-30 所示，选择网络 0 的梯形图程序。

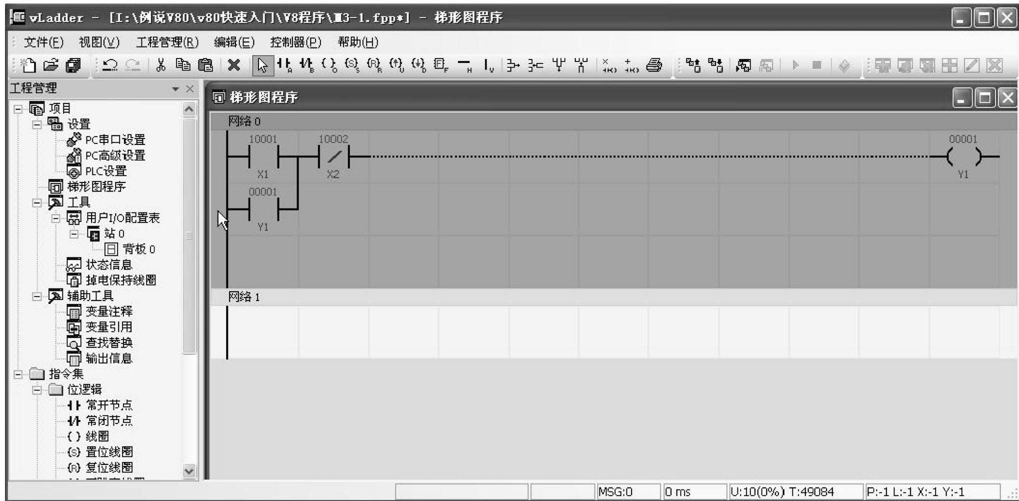


图 2-30　选择网络 0 的梯形图

17）鼠标右键在网络 0 选择区点击，弹出右键关联快捷菜单，如图 2-31 所示，选择执行菜单中的“复制”命令。

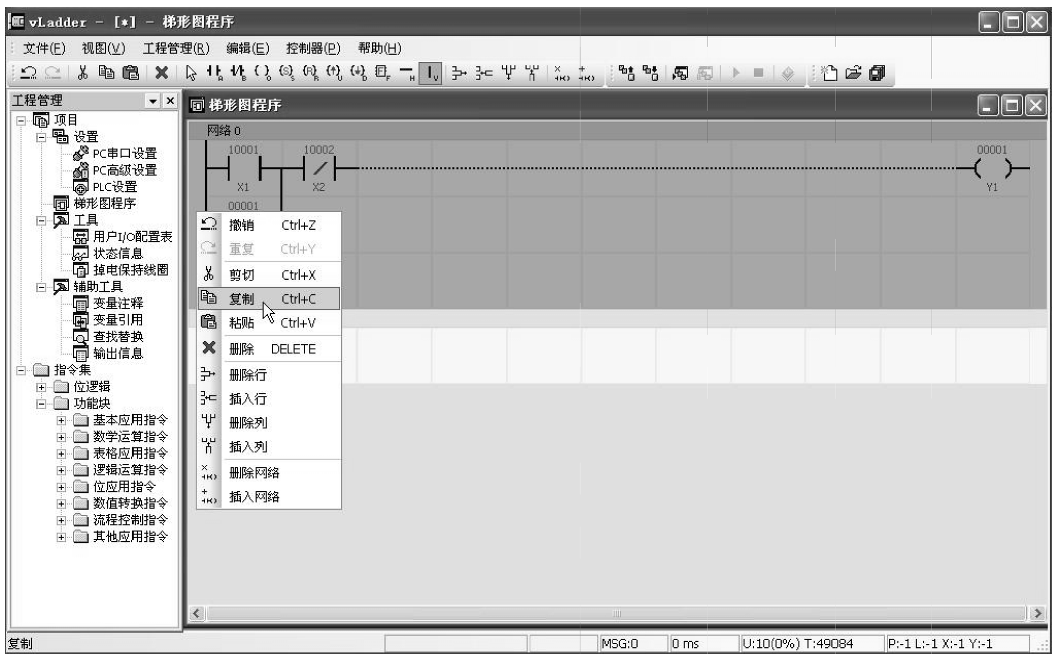


图 2-31　右键菜单选择复制命令

18）鼠标右键在网络 1 第 1 行、第 1 列处点击，弹出右键关联快捷菜单，如图 2-32 所示，选择执行菜单中的“粘贴”命令。

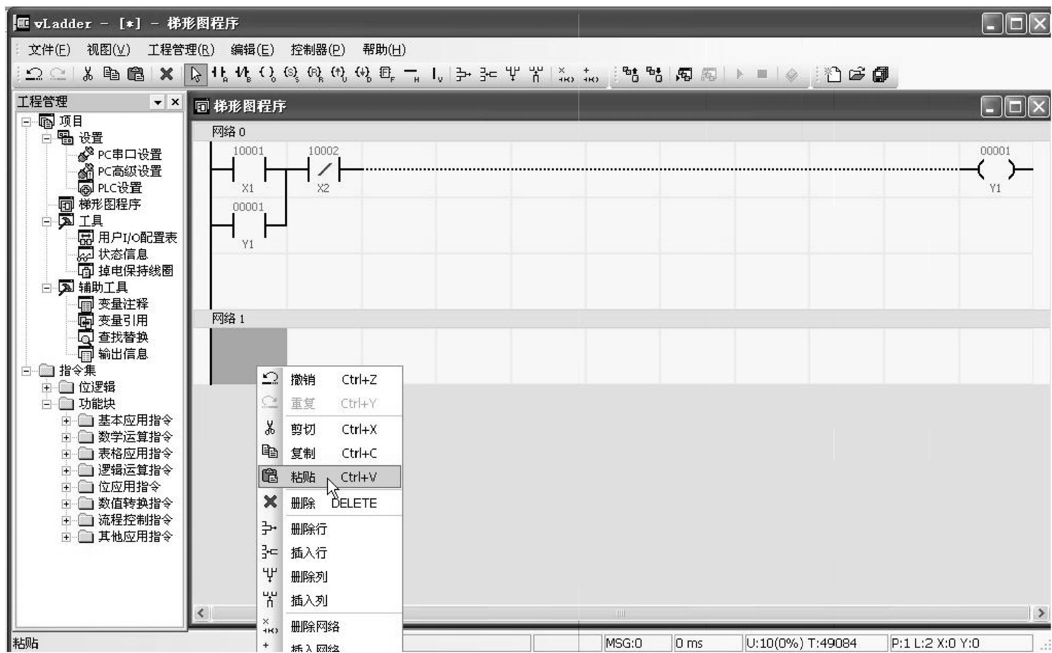


图 2-32　右键菜单选择粘贴命令

19）粘贴结果如图 2-33 所示。

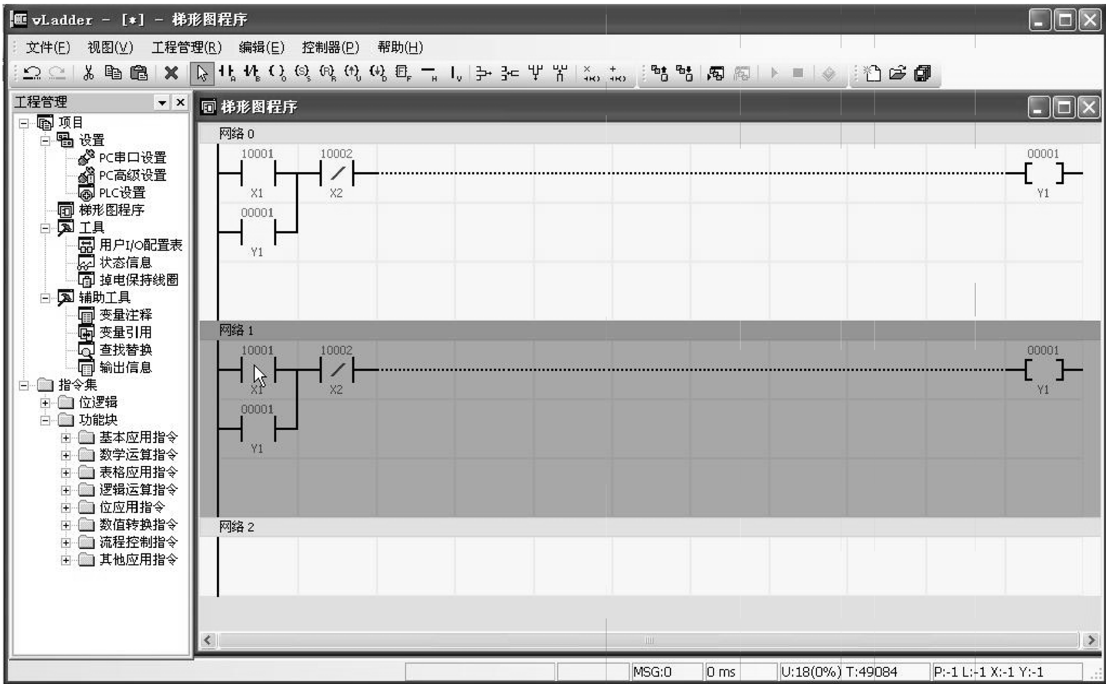


图 2-33　粘贴结果

20）双击网络 1 第 1 行、第 1 列的“10001”，弹出编辑—位逻辑对话框，修改软元件地址栏的内容为“10003”，软元件注释栏的内容为“X3”。

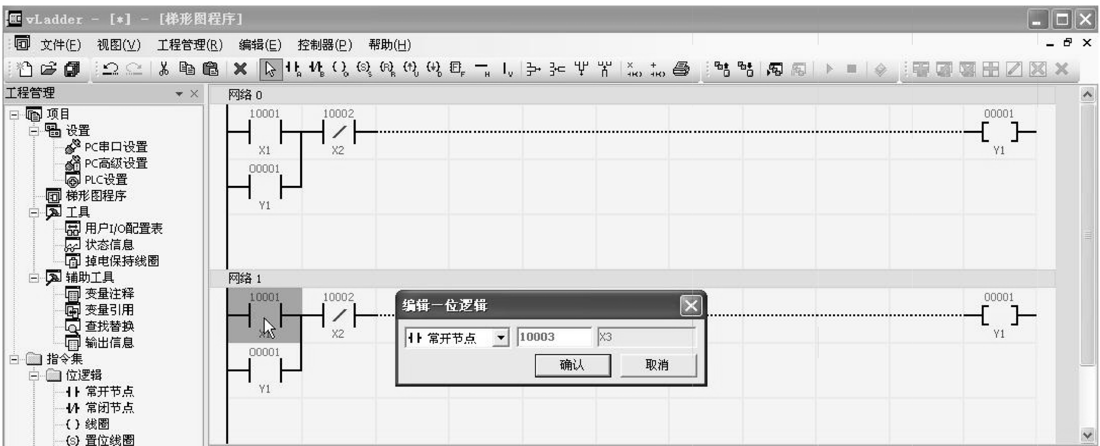


图 2-34　修改软元件地址

21）点击“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，如图 2-35 所示，网络 1 第 1 行、第 1 列的“常开触点”变为“10003”。

22）双击网络 1 第 1 行的输出线圈“00001”，弹出编辑—位逻辑对话框，修改软元件地址栏的内容为“00002”，软元件注释栏的内容为“Y2”，点击“确认”按钮或键盘回车

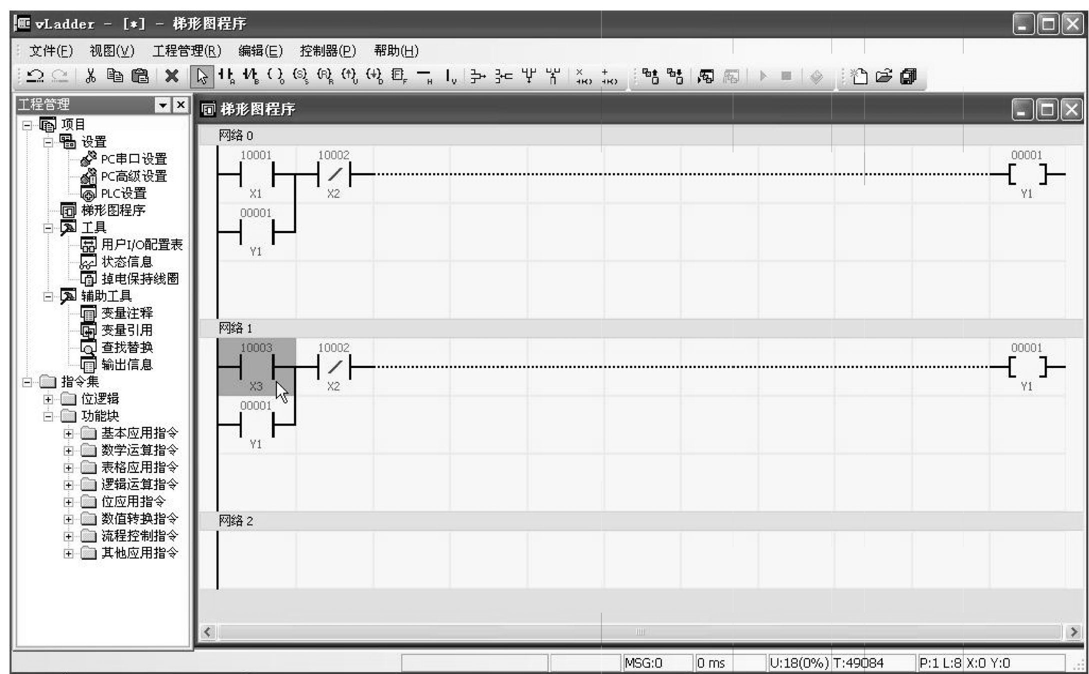


图 2-35　软元件地址变更为 10003

键“ENTER”，网络 1 第 1 行的输出线圈变为“00002”。

23）双击网络 1 第 2 行、第 1 列的“00001”，弹出编辑—位逻辑对话框，修改软元件地址栏的内容为“00002”，软元件注释栏的自动显示内容为“Y2”，点击“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，网络 1 第 2 行、第 1 列的常开触点变为“00002”。

24）点击执行“工程管理”菜单下“查找替换”命令，或双击工程管理区“辅助工具”条目下的“查找替换”选项，打开图 2-36 所示的“查找替换”对话框。

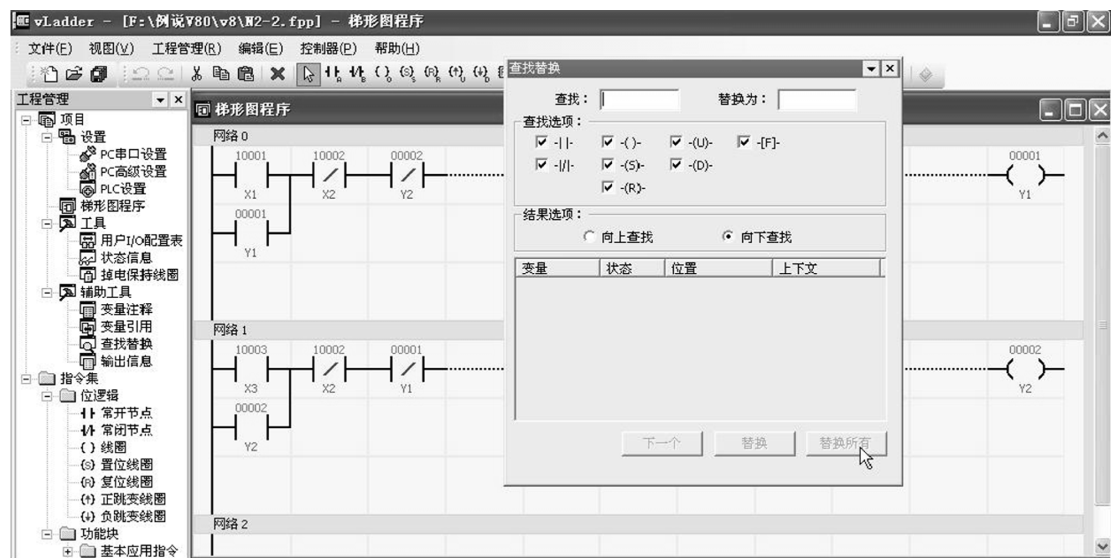


图 2-36　打开“查找替换”对话框

25）在查找文本框内输入查找的对象“10002”，在替换文本框内输入替换的软元件地址“10006”，点击“替换所有”按钮，替换结果如图 2-37 所示。



图 2-37　替换结果

26）在查找文本框内输入查找的对象“10006”，在替换文本框内输入替换的软元件地址“10002”，点击“替换所有”按钮。

27）点击“查找替换”对话框右上角的关闭按钮“×”，关闭“查找替换”对话框。

28）鼠标点击网络 1 横条或网络 1 梯形图左母线外侧，选择网络 1。

29）鼠标右键点击网络 1，弹出关联快捷菜单，如图 2-38 所示，选择执行快捷菜单中的“删除网络”命令，删除网络 1 的梯形图程序。

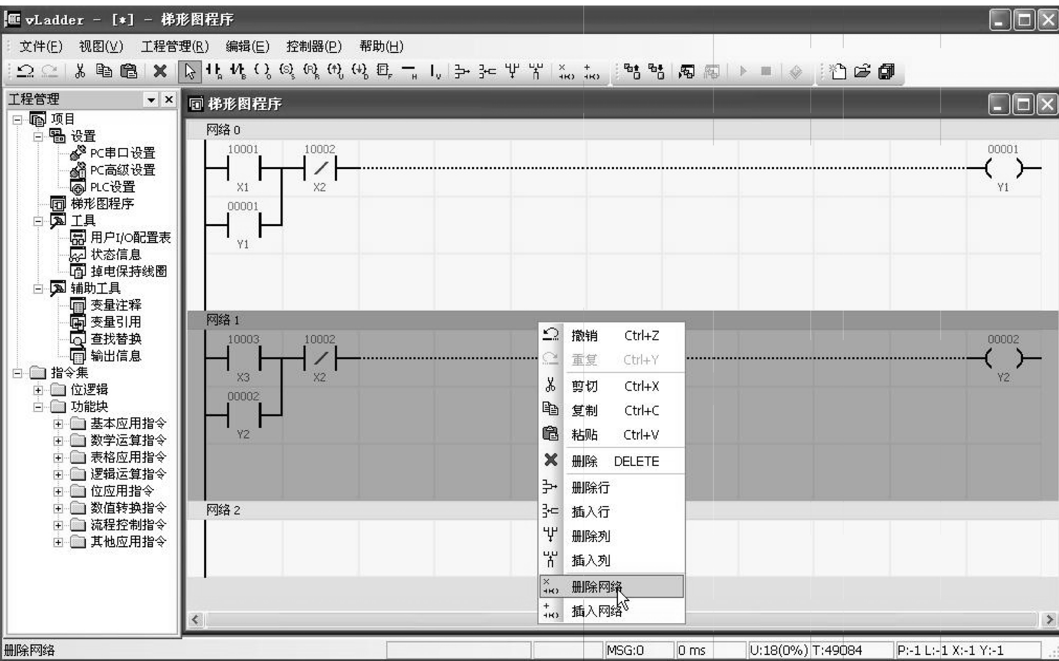


图 2-38　删除网络 1

8. 下载、上传程序

（1）PLC 通信串口设置

具体操作如下：

1）V80 系列 PLC 通信电缆分别与计算机 COM1 口、PLC 串口连接。

2）点击执行“工程管理”菜单下的“PC 通信设置”命令，弹出图 2-39 所示 PC 通信串口设置对话框。

3）在 PC 通信串口设置对话框中设置站号、通信端口、通信速率、数据校验方式，选用默认值即可。如果通信电缆与计算机连接的通信口是 COM2，对话框的通信端口应设置为 COM2。设置完成，点击“确认”按钮关闭对话框。

4）点击执行“工程管理”菜单下的“PLC 通信设置”命令，弹出图 2-40 所示 PLC 串口设置对话框，设置 PLC 串口 1 的通信速率与计算机相同，校验方式与计算机相同，设置完成，点击“确认”按钮关闭对话框。



图 2-39　PC 通信串口设置对话框



图 2-40　设置串口 1

（2）将 PLC 程序下载到 PLC

具体操作如下：

1）如图 2-41 所示，点击执行“控制器”菜单下的“保存到 PLC”命令或点击“保存到 PLC”快捷命令按钮。

2）弹出图 2-42 所示的将程序写入 Flash 对话框。

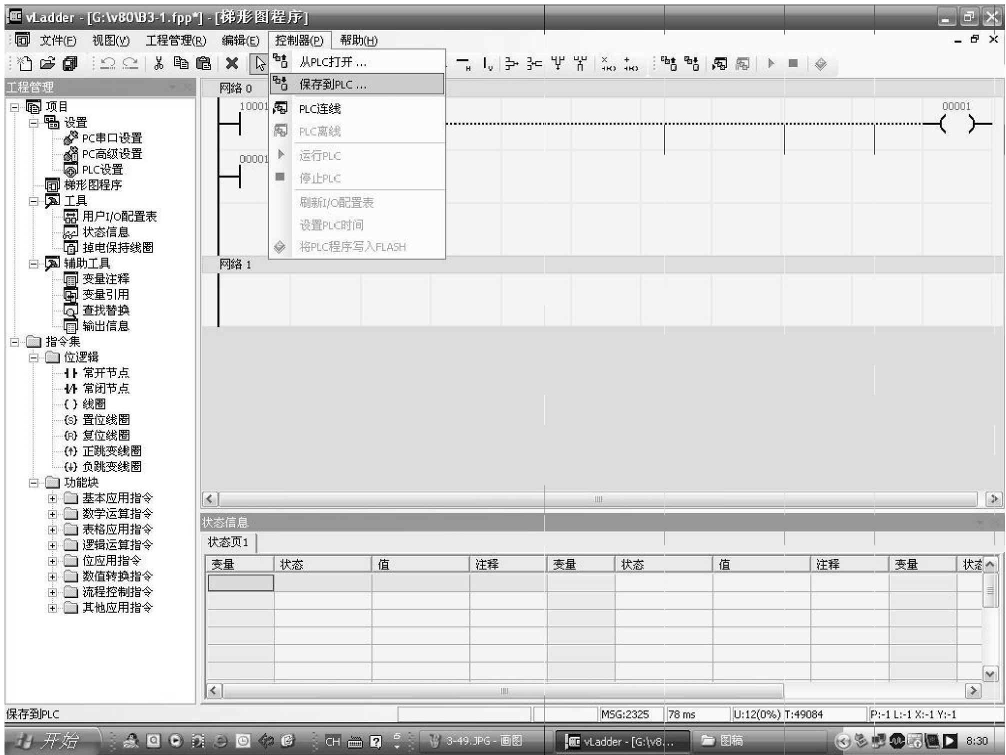


图 2-41　执行保存到 PLC 命令

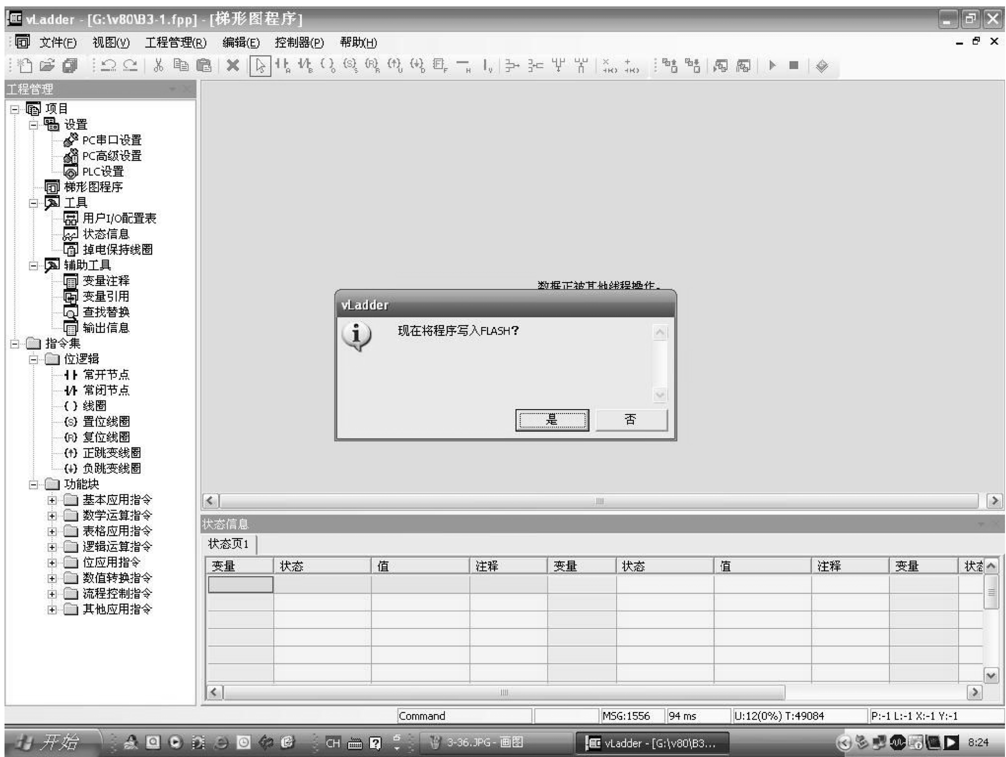


图 2-42　写入 Flash 对话框

3）点击“确认”按钮，如图 2-43 所示，开始下载程序。

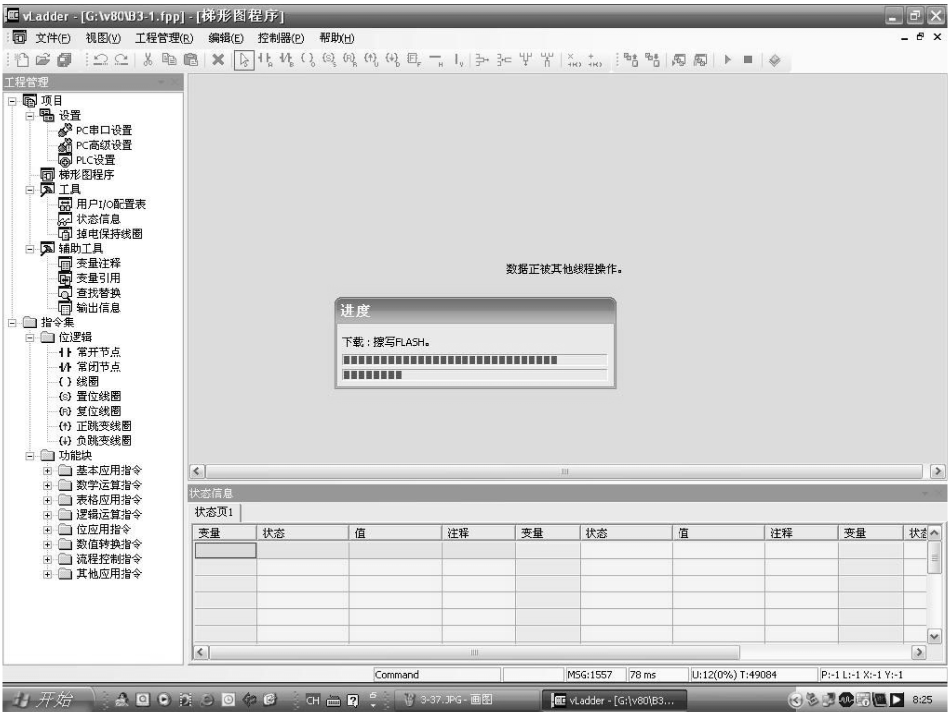


图 2-43　开始下载程序

4）下载完成，弹出图 2-44 所示的是否运行 PLC 程序对话框。

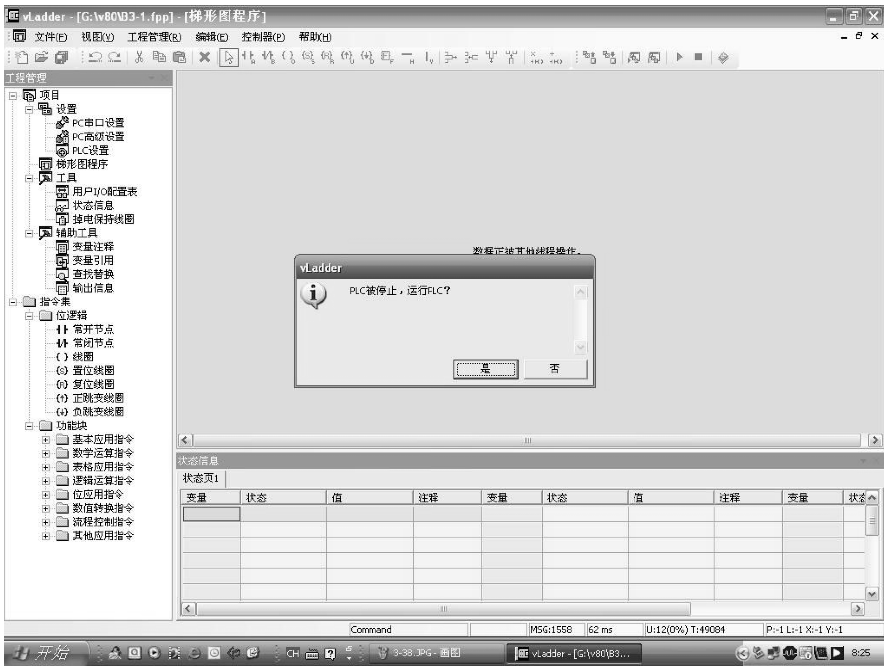


图 2-44　是否运行 PLC 程序

5）点击“是”按钮，PLC 进入运行状态。点击“否”按钮，弹出图 2-45 所示的是否进入在线模式的对话框。

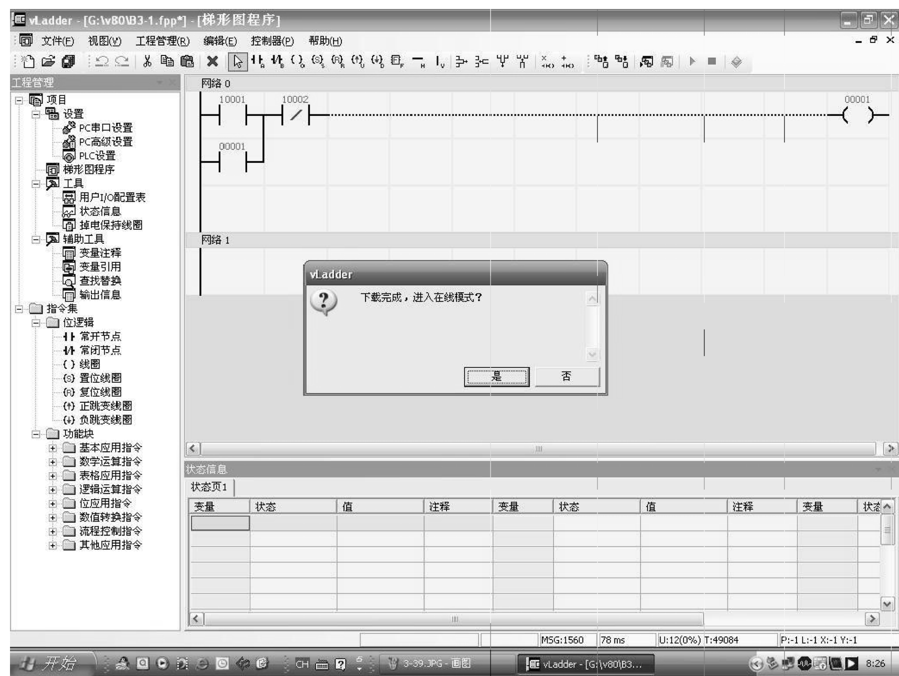


图 2-45　是否进入在线模式的对话框

6）点击“是”按钮，PLC 进入图 2-46 的在线调试模式。

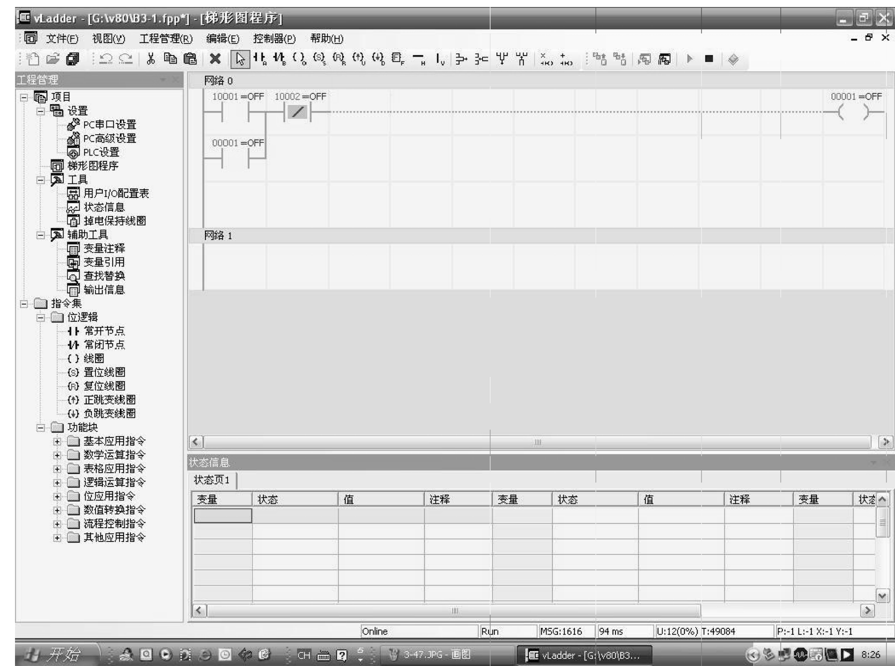


图 2-46　在线调试模式

7）点击“否”按钮，进入 PLC 离线模式界面。

（3）上传程序

将 PLC 程序上传到计算机，具体操作如下：

1）如图 2-47 所示，点击执行“控制器”菜单下的“从 PLC 打开”命令。

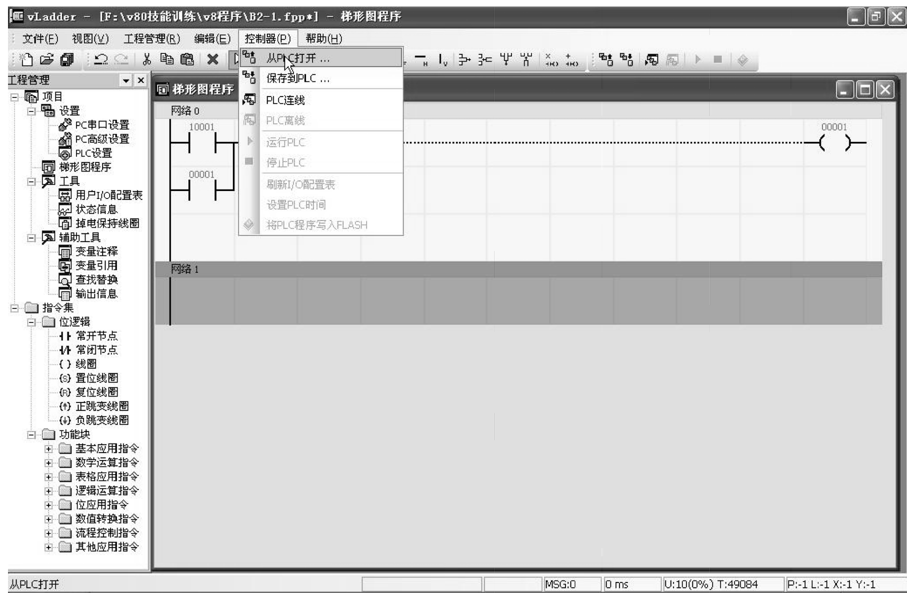


图 2-47　执行从 PLC 打开命令

2）或点击“从 PLC 打开”快捷命令按钮，弹出图 2-48 所示的上传 PLC 程序画面。

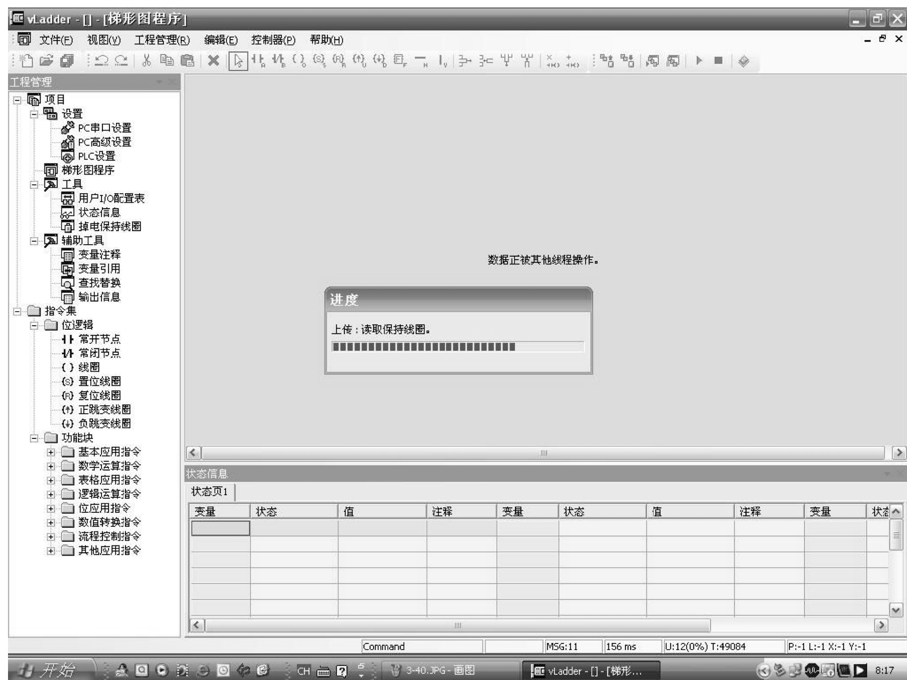


图 2-48　上传 PLC 程序

3）上传程序完成，弹出图 2-49 所示的是否进入在线模式对话框。

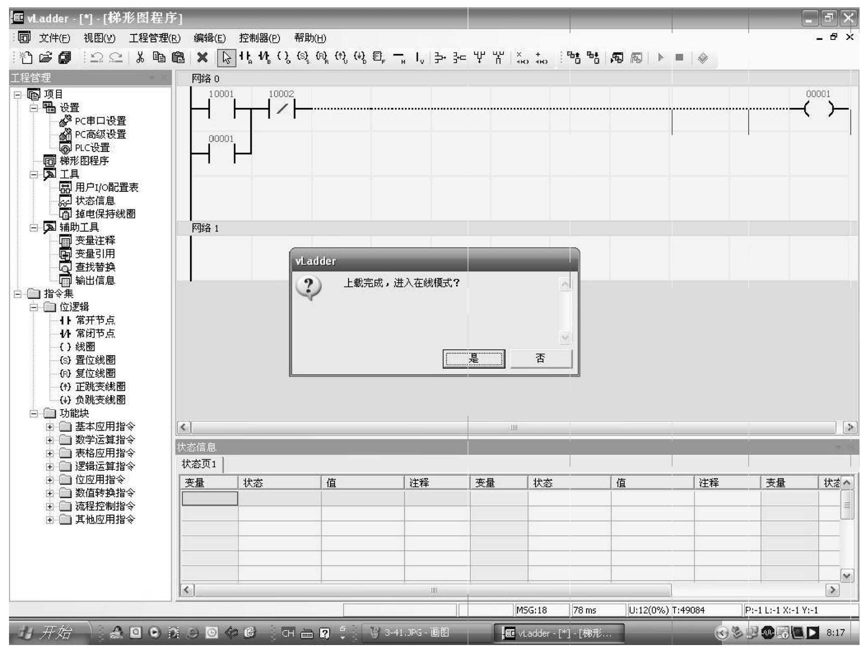


图 2-49　是否进入在线模式

4）点击“是”按钮，PLC 进入在线调试模式；点击“否”按钮，进入离线模式界面。

9. 监视 PLC 运行

1）点击执行“控制器”菜单下的“PLC 连线”命令或点击“PLC 连线”快捷按钮，PLC 进入图 2-50 的在线调试模式。

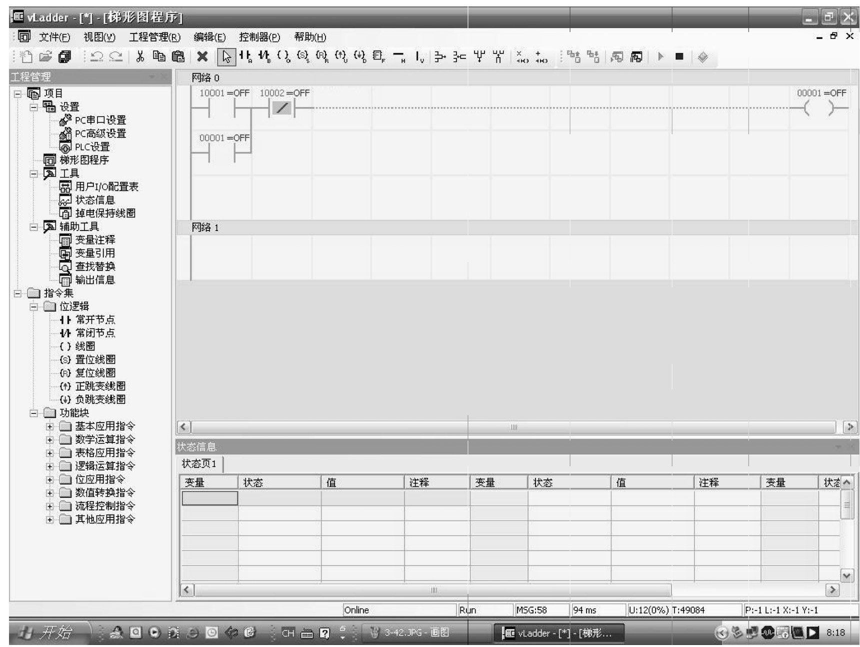


图 2-50　在线调试模式

2）按下起动按钮 SB1，如图 2-51 所示，梯形图中输出线圈 00001 得电，PLC 的输出点 00001 指示灯亮。

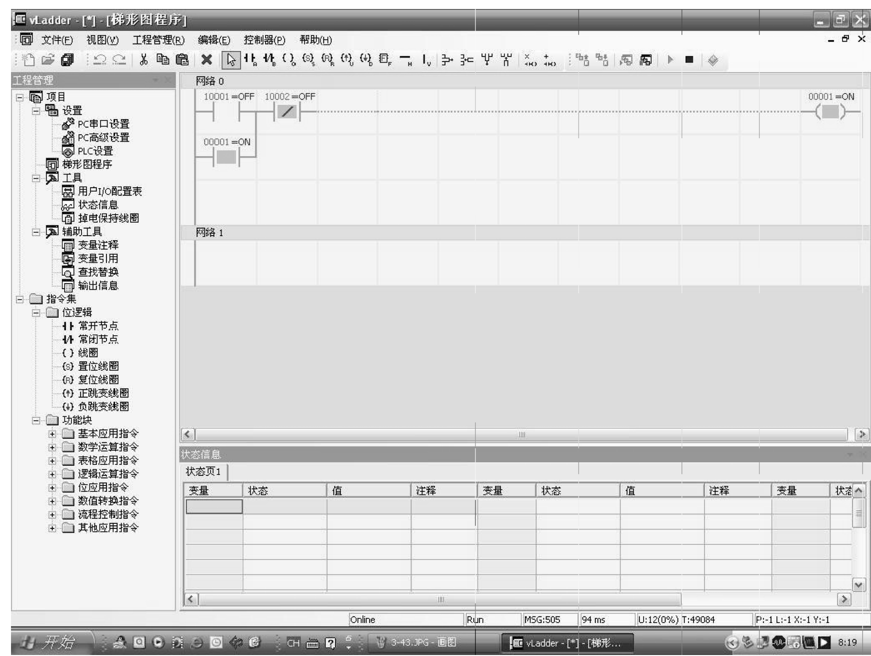


图 2-51　输出线圈 00001 得电

3）按下“停止”按钮 SB2，如图 2-52 所示，梯形图中输出线圈 00001 失电，PLC 的输出点 00001 指示灯灭。

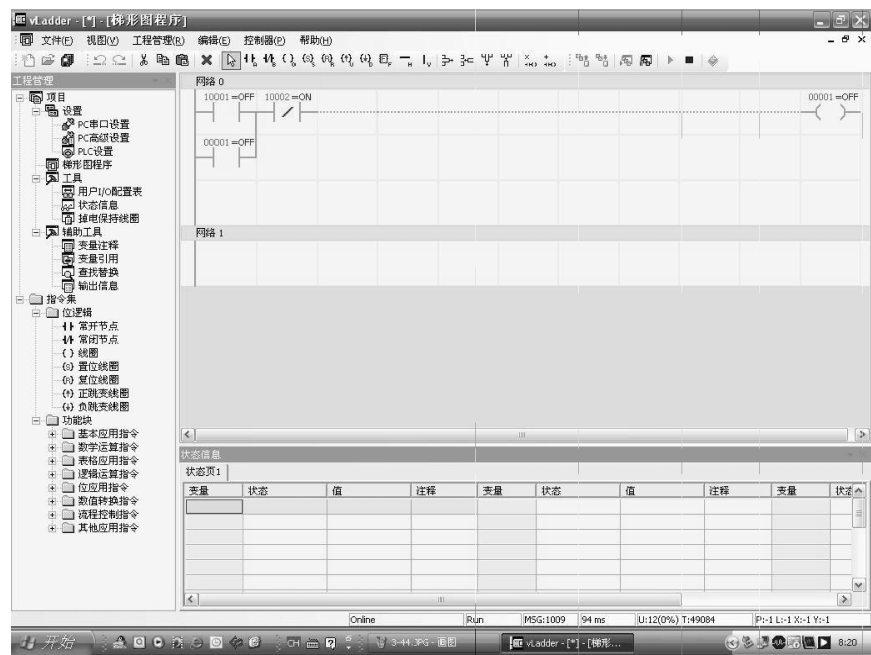


图 2-52　输出线圈 00001 失电

2.3　学会使用 V80 系列 PLC 学习机

1. V80 系列 PLC 学习机

（1）V80 系列 PLC 简介

V80 系列 PLC 学习机是学习 V80 系列小型可编程序控制器的好帮手，具有较高硬件集成度，采用专用硬件逻辑处理芯片，程序执行速度高和 I/O 处理能力强，配合标准的编程软件 VLadder，丰富的指令功能，可以编辑各种复杂的工业自动控制程序。V80 系列 PLC 学习机具有小型机的体积，中大型 PLC 的仿真功能。

V80 系列 PLC 学习机的外观见图 2-53。

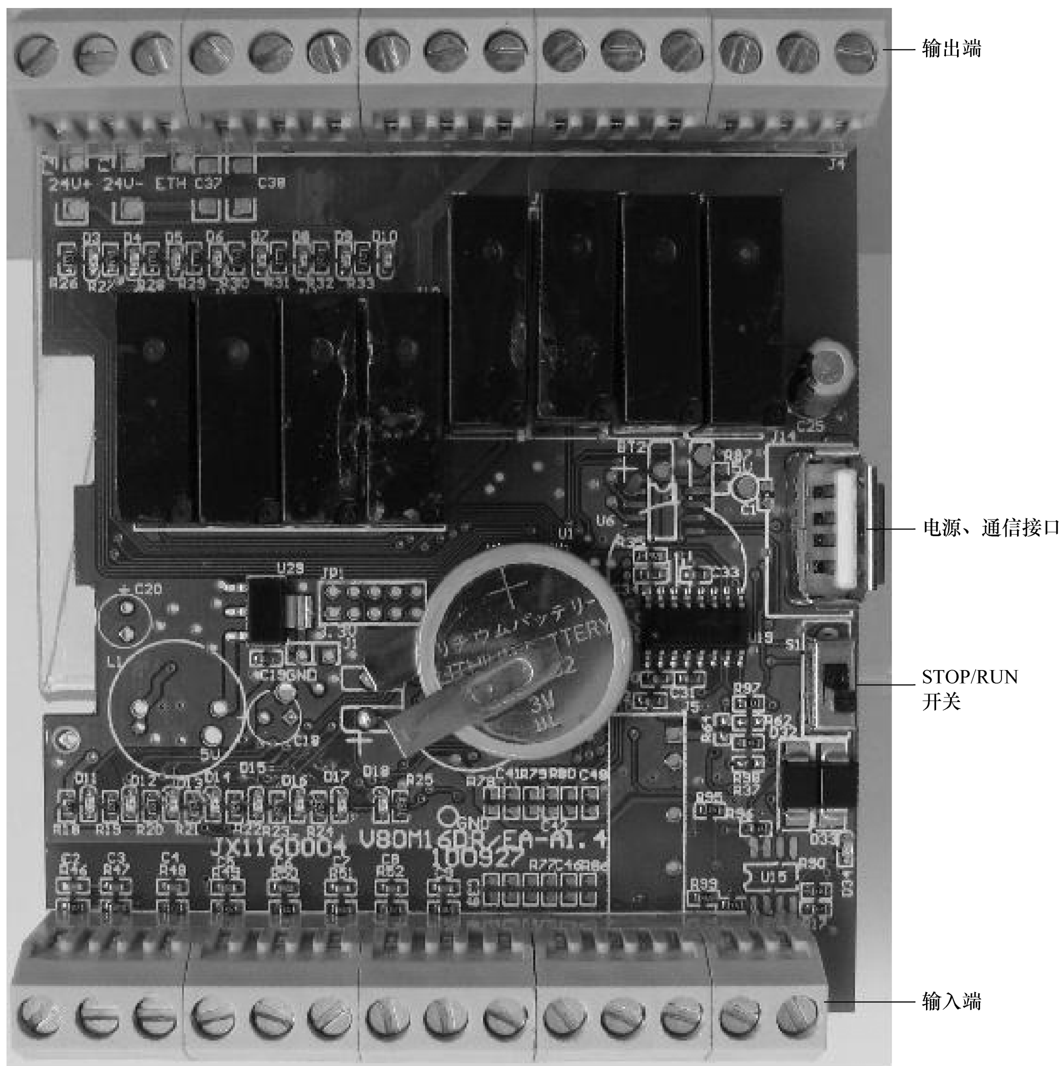


图 2-53　V80 系列 PLC 学习机

V80 系列 PLC 学习机（上网搜索“矩形 PLC 学习机”，可以找到）是学习 V80 小型可编程序控制器的好帮手，具有与计算机连接的电源、通信接口，通过图 2-54 所示的电缆与

计算机的USB接口和RS-232串口连接，即可进行仿真实验。

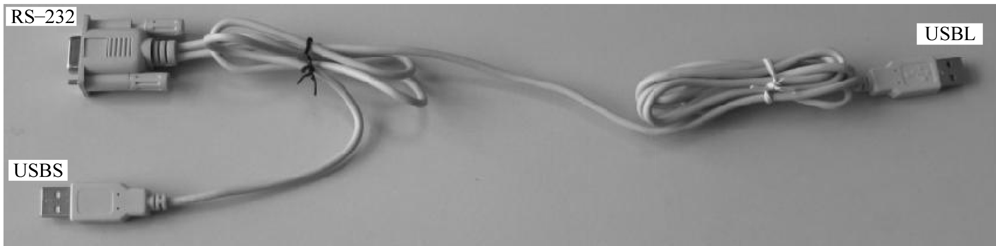


图2-54 V80系列PLC连接电缆

V80系列PLC学习机与外部设备连接的输入、输出接线端如图2-55所示。

所有输入端共用一个公共输入端COM0，输入端需要连接直流24V电源才可正常工作，COM0可以连接直流24V电源负极或正极。

输出端COM0与01为一组继电器输出触点，COM1与02为一组继电器输出触点，03、04共一个公共端COM2，05、06、07、08共一个公共端COM3。

输出端可以连接直流或交流电源给负载供电。

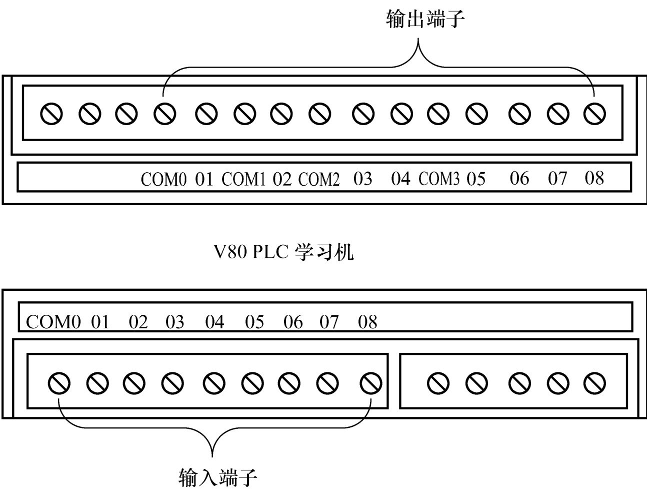


图2-55 V80系列PLC输入、输出端

（2）V80系列PLC的性能

1）I/O控制点多。可仿真控制的I/O点最大可达1024点。

2）程序记忆容量大。梯形图程序容量为48k字，可做各种复杂的控制。

3）程序扫描速度快。执行每1k字的程序仅需0.2ms，系统反应迅速。

4）在线操作控制能力。可在线程序编辑、存取、仿真、控制及参数设定。

5）应用指令丰富。除具有基本梯形图指令、计数、计时指令外，还具有浮点数运算指令、数码转换指令、数据处理指令、PID指令及特殊指令等，能适应各种复杂的控制要求。

6）具备完整的自我诊断功能。遇故障时即自我警告，并可关掉系统的运作。

7）具有可靠的掉电保护功能。能够保证运行时的数据不丢失。

8）强大的仿真控制与显示能力。通过编程软件的显示画面，可仿真输入与输出显示。

9）简单易用的编程软件。V80系列PLC的编程软件采用梯形图编程方式简单易用。

2. V80 PLC的应用

1）V80 PLC学习机与计算机的连接。

2）采用VLadder编程软件编辑用户控制程序。

3）将PLC用户应用程序下载到V80 PLC学习机，下载时，学习机弹出下载密码输入对话框，输入下载密码“rect”，大小写均可，便可下载程序。程序上载的密码也是“rect”，请用户必须记住。

4）拨动 V80 PLC 学习机的 RUN/STOP 开关，使 V80 PLC 学习机处于 RUN 状态，在线仿真调试 PLC 程序。

5）调试正确的程序写入 V80 PLC 学习机的 Flash。

6）断开 V80 PLC 学习机的电源。

7）连接 V80 PLC 学习机的输入、输出电路。

8）在 V80 PLC 学习机的 RUN/STOP 开关处于 RUN 位置时，接通 V80 PLC 学习机的电源，将写入 V80 PLC 学习机的 Flash 程序调入 RAM 运行。

9）按下输入端的控制按钮，观察输出的动作。

实训模块 2　学用矩形 PLC 编程软件

任务 1　学会使用 V80 编程软件

1. 训练目标

1）学会启动、退出 VLadder 编程软件

2）学会创建、打开、保存、删除项目文件

3）学会输入、编辑梯形图程序

4）学会下载、上传 PLC 程序

5）学会远程监视 PLC 运行

2. 训练设备、器材

V80 系列 PLC 编程器主机、按钮、计算机、PLC 编程软件等。

3. 训练内容

（1）准备

检查 PLC 与计算机的连接，使 PLC 处于“STOP”状态，接通电源。

（2）编程操作

1）启动编程软件 VLadder，创建立一个新项目。

2）梯形图编程　将图 2-56 所示的梯形图输入计算机，通过编辑操作进行检查和修改。

操作步骤如下：

1）点击“常开触点”快捷命令按钮，移动到左母线光标处点击，弹出“编辑-位逻辑”对话框。

2）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址“10001”，在注释栏输入“X1”。

3）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成常开触点 10001 的

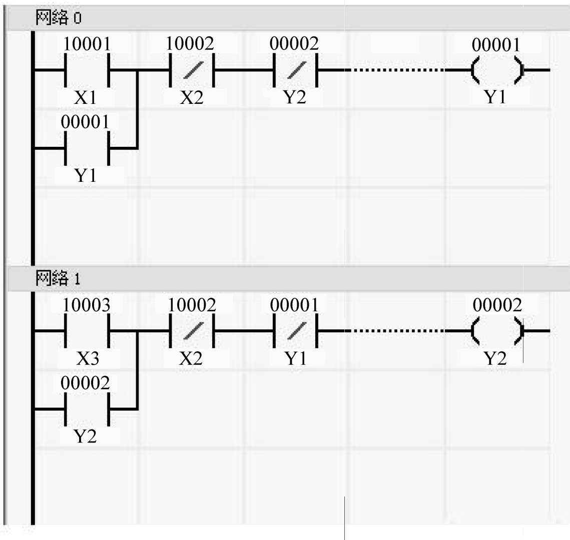


图 2-56　梯形图 1

输入。

4）点击“常闭触点”快捷命令按钮，移动到 10001 后点击，弹出“编辑-位逻辑”对话框。

5）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入常闭触点软元件地址“10002”，在注释栏输入“X2”。

6）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成常闭触点 10002 的输入。

7）点击“常闭触点”快捷命令按钮，移动到 10002 后点击，弹出“编辑-位逻辑”对话框。

8）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入常闭触点软元件地址“00002”，在注释栏输入“Y2”。

9）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成常闭触点 00002 的输入。

10）点击“线圈”快捷命令按钮，移动到 00002 后点击，弹出“编辑-位逻辑”对话框。

11）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址“000001”，在注释栏输入“Y1”。

12）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成线圈点 00001 的输入。

13）点击“常开触点”快捷命令按钮，移动到网络 0 第 2 行、第 1 列处点击，弹出“编辑-位逻辑”对话框。

14）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址“00001”，注释栏自动显示“Y1”。

15）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成常开触点 00001 的输入。

16）点击“竖直线”快捷命令按钮，移动到 10001 处点击，在 10001 右边画 1 条竖直线，连接 X1、Y1。

17）在网络 0 的横条处点击，选择网络 0。

18）右键点击网络 0，弹出右键快捷菜单，选择执行“复制”命令。

19）右键点击网络 1 的第 1 行、第 1 列，弹出右键快捷菜单，选择执行“粘贴”命令，粘贴程序。

20）右键双点击网络 1 的第 1 行、第 1 列的 10001，弹出编辑“编辑-位逻辑”对话框。

21）在“编辑-位逻辑对话框”中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址“10003”，注释栏自动显示“X3”。

22）按“确认”按钮或键盘回车键“ENTER”，完成软元件地址的修改。

23）用类似的方法修改其他软元件的地址。

24）保存项目文件。

（3）PLC 外部接线

按图 2-57 进行 PLC 外部接线。

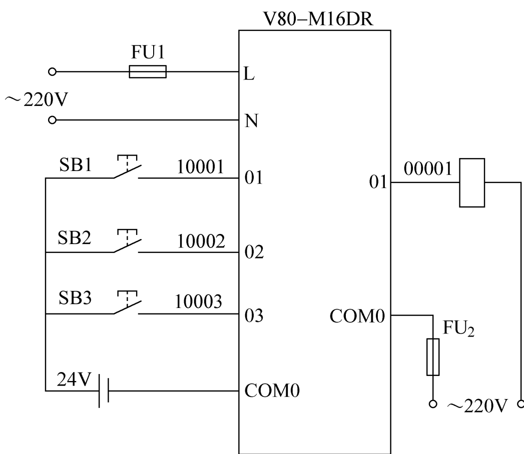


图 2-57　PLC 外部接线图

（4）程序运行、监控

1）将 PLC 程序下载到 PLC。

2）拨动 PLC 上的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行状态。

3）点击执行“控制器”菜单下的“PLC 在线”命令，使 PLC 处于在线调试模式。

4）按下 10001 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

5）按下 10002 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

6）按下 10003 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

7）按下 10002 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

任务 2　学会使用 V80 系列 PLC 学习机

1. 训练目标

1）学会使用 V80 PLC 学习机。

2）学会启动、退出 VLadder 编程软件。

3）学会创建、打开、保存、删除项目文件。

4）学会输入、编辑梯形图程序。

5）学会下载、上传 PLC 程序。

6）学会远程监视 PLC 运行。

2. 训练设备、器材

V80 PLC 学习机、按钮、计算机、PLC 编程软件等。

3. 训练内容

（1）连接 V80 PLC 学习机与计算机

1）将 V80 PLC 连接电缆的 USBL 插头插入 V80 PLC 的电源、通信接口。

2）将 V80 PLC 连接电缆的 RS-232 插头插入计算机的 RS-232 的串口 COM。

3）将 V80 PLC 连接电缆的 USBS 插头插入计算机的 USB 端口，给 V80 PLC 供电。

4）拨动 V80 PLC 学习机的 RUN/STOP 开关，使 V80 PLC 学习机处于 STOP 位置，做好接收 PLC 程序的准备。

（2）V80 PLC 外部接线图（见图 2-58）

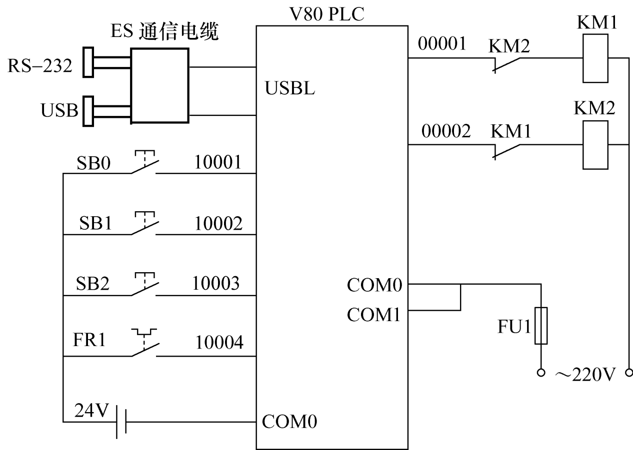


图 2-58　V80 PLC 外部接线

（3）编程操作

1）启动编程软件 VLadder，创建立一个新项目。

2）梯形图编程 将图 2-56 所示的梯形图输入计算机，通过编辑操作进行检查和修改。

（4）仿真调试

1）点击执行“控制器”菜单下的“保存到 PLC”命令，弹出图 2-59 所示“密码”输入对话框，在密码输入框输入“RECT”（大小写不限）。



图 2-59 输入密码

2）点击“确认”按钮，弹出图 2-60 所示“下载：读取 I/O 配置表”提示，开始下载程序。



图 2-60 下载程序

3）下载完成，弹出“现在将程序写入 Flash?”提示对话框（见图 2-61）。

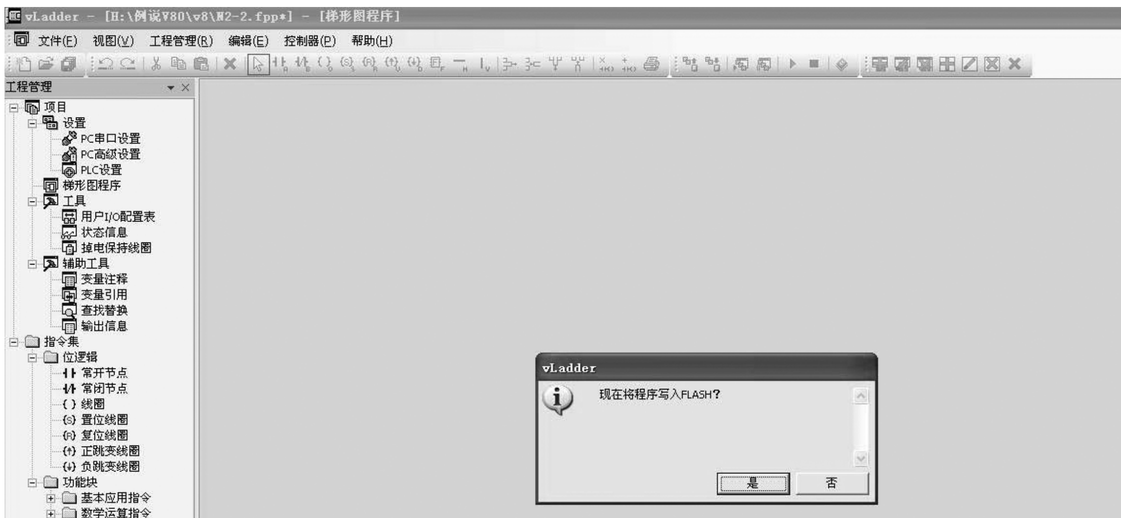


图 2-61　将程序写入 Flash

4）点击“是”按钮，将程序写入 Flash，点击“否”程序不写入 Flash，弹出图 2-62 所示“PLC 被停止，运行 PLC?”提示。

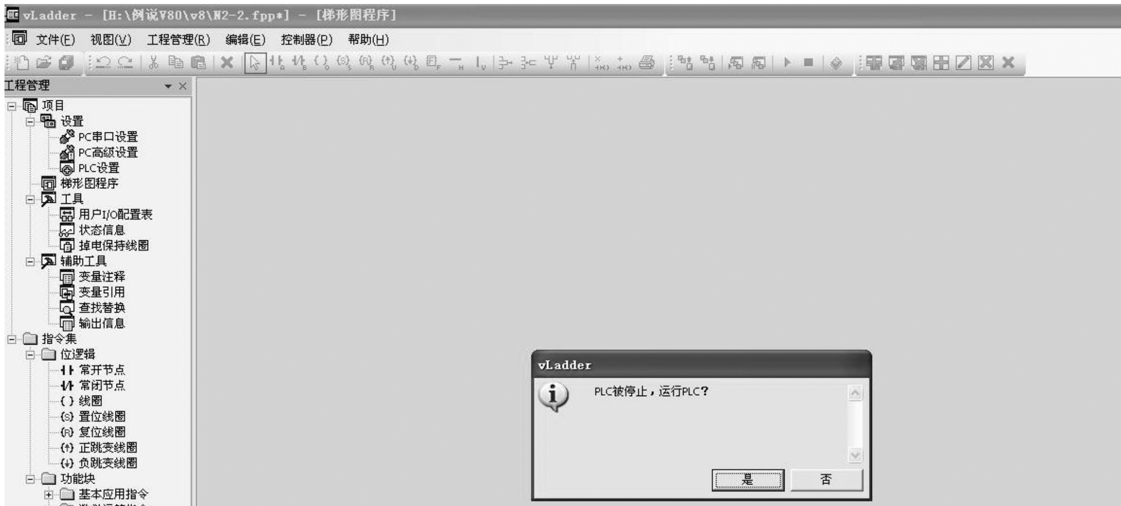


图 2-62　是否运行 PLC

5）点击“否”，弹出图 2-63“下载完成，进入在线模式?”提示。

6）点击“否”，不进入在线监视运行模式；点击“是”，进入在线监视运行模式。

7）拨动 PLC 上的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行状态。

8）双击工程管理区“工具”目录下的“状态信息”，弹出“状态信息”窗口。在“状态信息”表的第 1 行、第 1 列，输入变量栏输入“10001”，其他的输入见图 2-64。

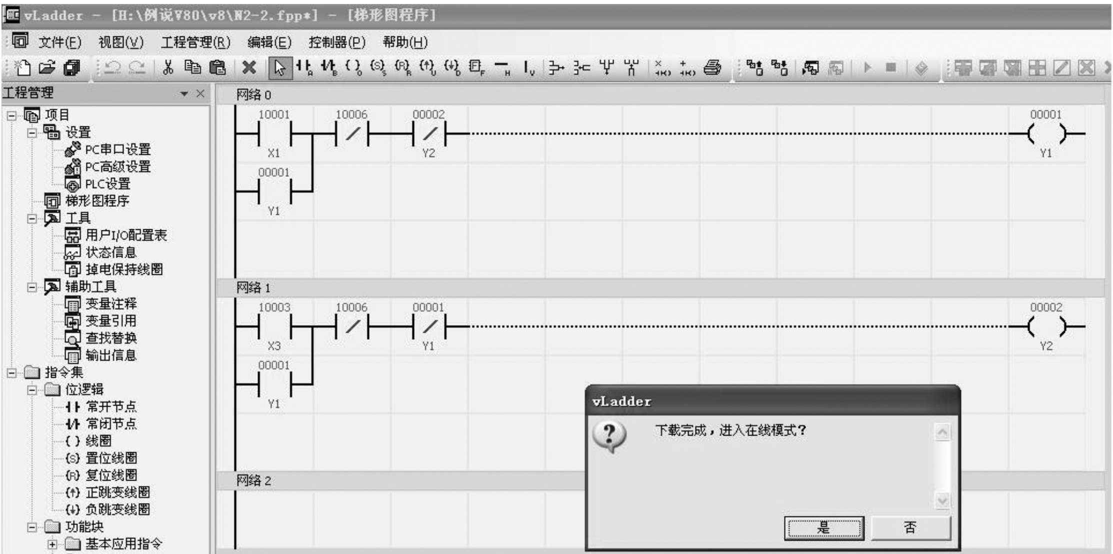


图 2-63　是否进入在线模式

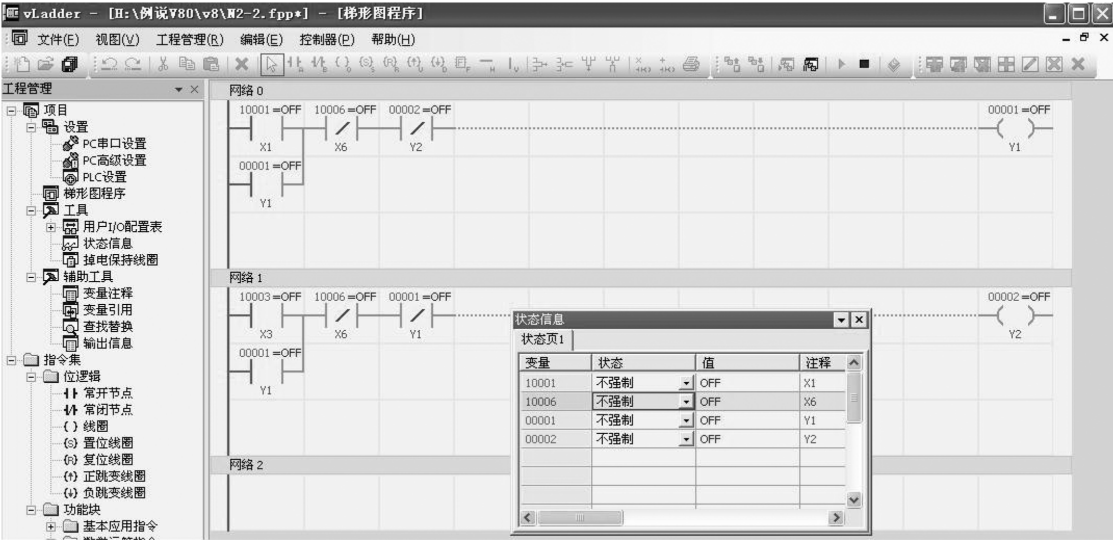


图 2-64　状态信息与仿真设置

9）如图 2-65 所示，在第 1 行、第 2 列的下拉列表中选择“强制”项。

10）如图 2-66 所示，在“状态信息”表的第 1 行、第 3 列，变量值栏中输入“ON”，按键盘回车键“ENTER”，输入点 10001 的状态为 ON，输出点 00001 的状态为 ON。

11）如图 2-67 所示，强制 10001 为“OFF”后，再强制 10006 为“ON”，可以看到输出点 00001 为“OFF”。

12）修改输入点 10001、10006、10003 的强制状态，仿真运行，观察输出点 00001、00002 的状态变化。

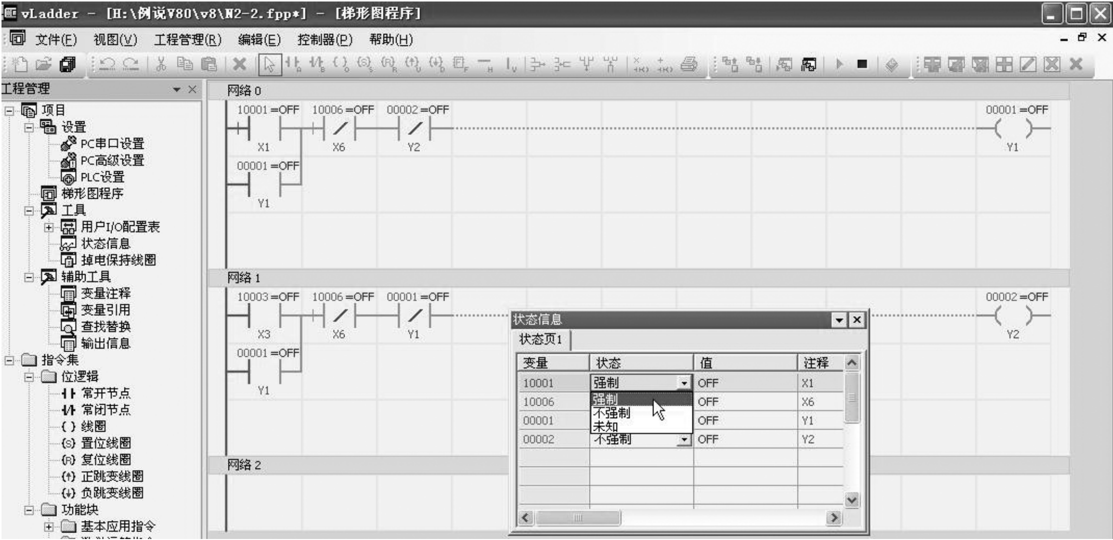


图 2-65　仿真设置

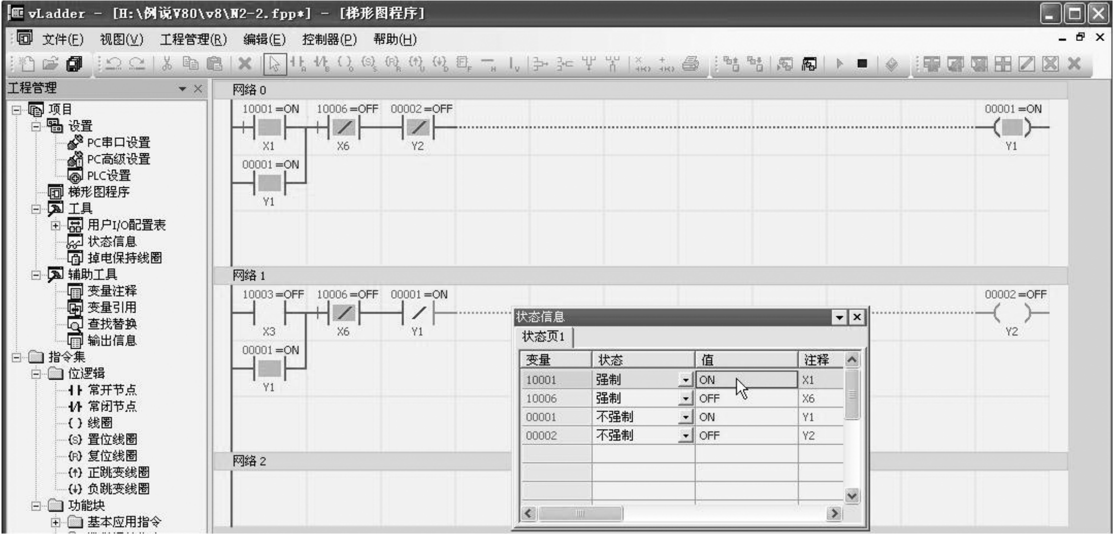


图 2-66　强制 10001 为 ON

（5）通过输入、输出控制 V80 PLC 的运行

1）将 V80 PLC 连接电缆的 USBS 插头从计算机的 USB 端口拔出，断开 V80 PLC 供电。

2）按图 2-58 进行 V80 PLC 外部接线。

3）拨动 V80 PLC 学习机的 RUN/STOP 开关，使 V80 PLC 学习机处于 RUN 位置。

4）将 V80 PLC 连接电缆的 USBS 插头插入计算机的 USB 端口，给 V80 PLC 供电，将写入 V80 PLC 学习机的 Flash 程序调入 RAM 运行。

5）按下 10001 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

6）按下 10003 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化，体会互锁功能。

7）按下 10006 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

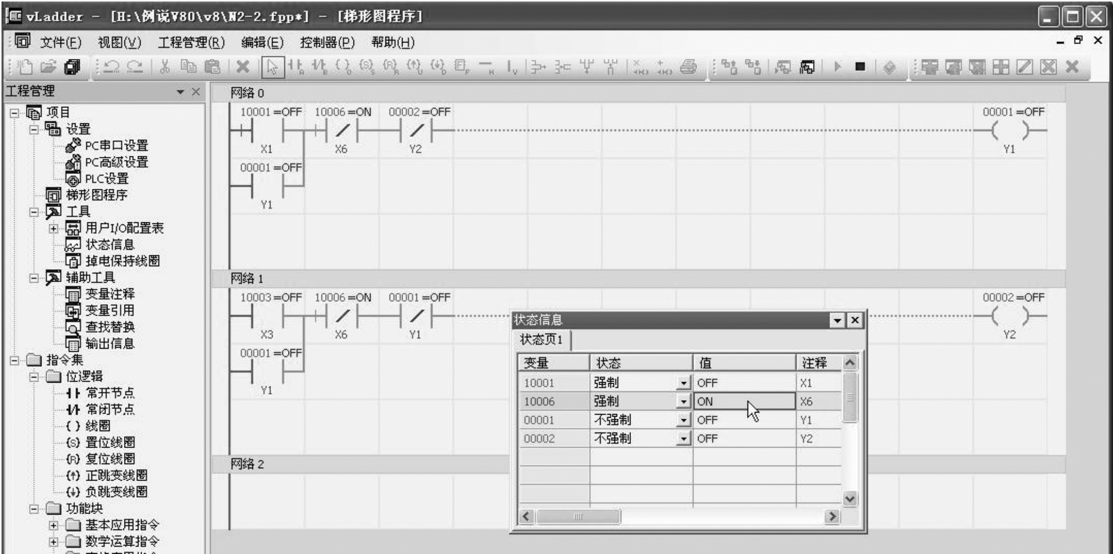


图 2-67　强制 10006 为 ON

8）按下 10003 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

9）按下 10006 的输入按钮，观察输出 Y1、Y2 的状态变化。

习　题　2

1. 如何删除部分梯形图程序？
2. 如何复制、粘贴部分梯形图程序？
3. 如何使用 V80 系列 PLC 的辅助继电器？
4. 如何设置 V80 系列 PLC 的停电保持辅助继电器？
5. 如何应用 V80 系列 PLC 的停电保持辅助继电器？

第 3 章　用矩形 PLC 控制交流电动机

3.1　矩形 PLC 的位逻辑指令

梯形图编程语言源自机电一体化的继电器系统的应用领域，它描述一个网络自左向右的能量流。

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言，它类似于继电接触控制电路形式，逻辑关系明显，在电气控制线路继电接触控制逻辑基础上使用简化的符号演变而来，形象、直观、实用，电气技术人员容易接受，是目前用得较多的一种 PLC 编程语言。

梯形图实质上是位逻辑控制的图形表示，编程的目的主要是设计用于处理布尔信号（1 = TRUE或 0 = FALSE）。V80 系列的 PLC 采用梯形图编程，用于位逻辑处理的指令主要有触点指令和线圈指令两大类。触点指令包括 A 触点（常开触点）和 B 触点（常闭触点）两种。线圈指令包括普通输出线圈、置位线圈、复位线圈、上升沿脉冲输出、下降沿脉冲输出、掉电保持输出、掉电保持置位输出、掉电保持复位输出等 8 条指令。

1. 触点指令

（1） A 触点指令

A 触点指令，常开触点指令，符号是─┤ ├─，用于逻辑电路的开始或常开触点的串联。当对应软元件的状态为“ON”时，A 型触点便成为短路状态。若为“OFF”，A 型触点为开路状态。

（2） B 触点指令

B 触点指令，常闭触点指令，符号是─┤ / ├─，用于逻辑电路的开始，或常闭触点的串联。当对应软元件的状态为“ OFF”时，B 型触点便成为短路状态。若为“ ON”，B 型触点为开路状态。

2. 线圈指令

（1） 输出线圈指令

输出线圈指令，符号是─(　)─，用于驱动输出线圈。输出线圈实际反应前一级的状态，也就是说若输出线圈的前一级为导通状态，此时输出线圈为“ON”；反之，若输出线圈的前一级为不导通的状态则输出触点为“OFF”。

例 3-1　A 触点、B 触点、输出线圈指令的组合应用（见图 3-1）。

在图 3-1 中，输出 Y1 受 A 触点 X1 控制，输出 Y1 的状态与 A 触点 X1 的状态相同。A 触点 X1 导通为“ON”时，输出 Y1 为“ON”得电状态；A 触点 X1 断开为“OFF”时，输出 Y1 为“OFF”失电状态。

输出 Y2 受 B 触点 X2 控制，输出 Y2 的状态与 B 触点 X2 的状态相反。B 触点 X2 导通为“ON”时，输出 Y2 为“OFF”失电状态；B 触点 X2 断开为“OFF”时，输出 Y2 为“ON”得电状态。

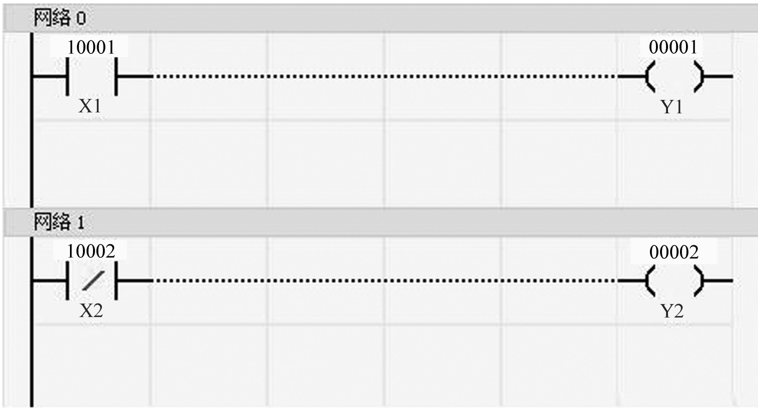


图 3-1　A 触点、B 触点、输出线圈指令的组合应用

（2）置位线圈指令

置位线圈指令，符号是—(S)—，用于置位输出线圈，使被作用的输出线圈的状态保持为“ON”。

（3）复位线圈指令

复位线圈指令，符号是—(R)—，用于复位输出线圈，使被作用的输出线圈的状态保持为“OFF”。

例 3-2　置位线圈、复位线圈指令的应用（见图 3-2）



图 3-2　置位线圈、复位线圈指令的应用

在图 3-2 中，A 触点 X1 置位输出 Y1，A 触点 X2 复位输出 Y1。当 X1 为“ON”时，置位输出 Y1，使输出 Y1 保持为“ON”。当 X2 为“ON”时，复位输出 Y1，使输出 Y1 保持为“OFF”。

（4）上升脉冲输出指令

上升脉冲输出指令，符号是—(↑)—，在前级逻辑输入条件由 OFF 变为 ON 时，驱动输出线圈保持为“ON”一个周期，即产生一个周期的脉冲输出。

（5）下降脉冲输出指令

下降脉冲输出指令，符号是—(↓)—，在前级逻辑输入条件由 ON 变为 OFF 时，驱动输

出线圈保持为“ON”一个周期，即产生一个周期的脉冲输出。

例 3-3　上升脉冲输出、下降脉冲输出指令的应用（见图 3-3）。



图 3-3　上升脉冲输出、下降脉冲输出指令的应用

图 3-3 中，输出 Y1 受 A 触点 X1 控制，在 X1 由“OFF”变“ON”的上升沿，Y1 输出一个扫描周期的“ON”信号；输出 Y2 受 A 触点 X2 控制，在 X2 由“ON”变“OFF”的下降沿，Y2 输出一个扫描周期的“ON”信号；上升脉冲输出线圈、下降脉冲输出线圈指令的图示说明见图 3-4。



图 3-4　上升脉冲输出线圈、下降脉冲输出线圈指令的图示说明

（6）掉电保持输出线圈指令

掉电保持输出线圈指令，符号是—(M)—，驱动输出线圈，且输出线圈的状态在掉电时保持。

掉电保持的设置在掉电保持线圈表内选择，具体操作是：

1）如图 3-5 所示，点击“工程管理”菜单下的“掉电保持线圈”命令，打开掉电保持线圈设置表。

2）如图 3-6 所示，鼠标在掉电保持线圈表的 00003 元件位置双击，设置线圈 00003 为掉电保持线圈。

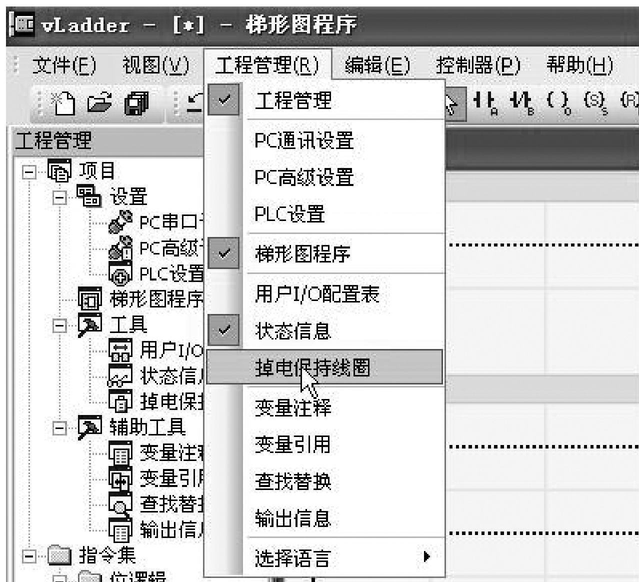


图 3-5　打开掉电保持线圈设置表



图 3-6　设置 00003 为掉电保持线圈

（7）掉电保持置位输出线圈指令

掉电保持置位输出线圈指令，符号是—(MS)—，用于置位掉电保持输出线圈，使被作用的输出线圈的状态保持为“ON”，且输出线圈的状态在掉电时保持。

（8）掉电保持复位输出线圈指令

掉电保持复位输出线圈指令，符号是—(MR)—，用于复位掉电保持输出线圈，使被作用的输出线圈的状态保持为“OFF”，且输出线圈的状态在掉电时保持。

例 3-4　掉电保持输出、掉电保持置位、掉电保持复位指令的应用（见图 3-7）。

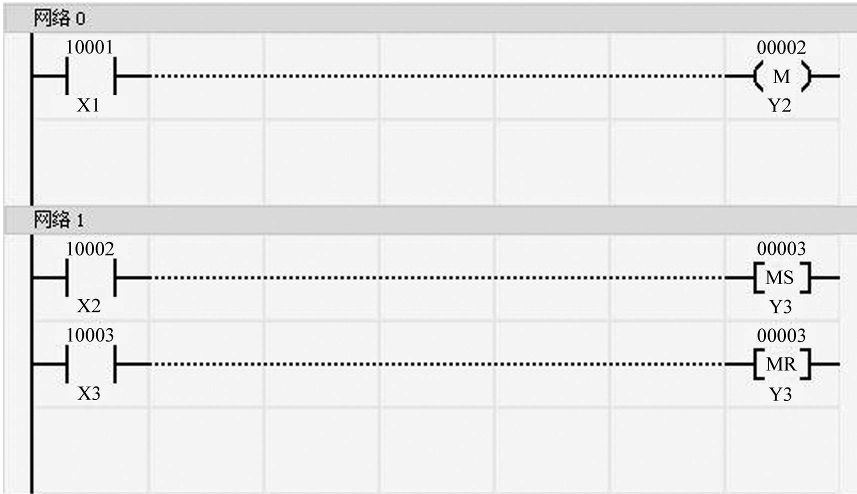


图 3-7　掉电保持输出、掉电保持置位、掉电保持复位指令的应用

3.2　用矩形 PLC 控制交流电动机的单向运行

1. 三相异步电动机单向起动、停止控制电路

（1）电气控制线路

三相交流异步电动机单向连续运行的起动与停止的接触器控制电气原理如图 3-8 所示，图 3-8 中主要元器件的名称、代号及作用见表 3-1。

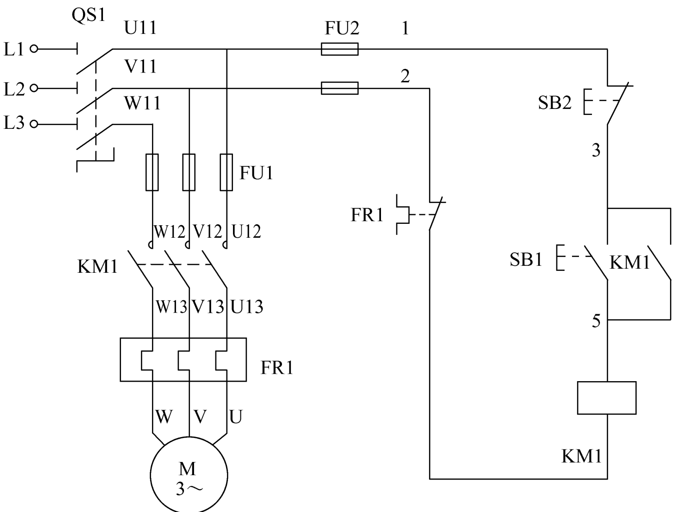


图 3-8　三相交流异步电动机单向起动与停止电气原理图

表 3-1　主要元器件的名称、代号及作用

名　　称	元 件 代 号	功　　能
起动按钮	SB1	起动控制
停止按钮	SB2	停止控制
交流接触器	KM1	控制三相异步电动机
热继电器	FR1	过载保护

（2）控制功能

1）按下起动按钮，三相交流异步电动机单向连续运行。

2）按下停止按钮，三相交流异步电动机停止。

3）具有短路保护和过载保护等必要保护措施。

2. 用矩形 PLC 控制交流电动机单向起停

（1）PLC 输入输出接线图（见图 3-9）

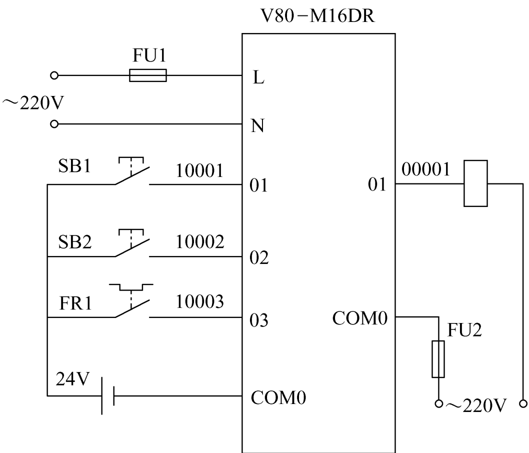


图 3-9　PLC 输入输出接线

（2）设计 PLC 控制程序

1）PLC 的输入、输出分配见表 3-2。

表 3-2　PLC 的输入、输出分配

输　　入		输　　出	
SB1	10001	KM1	00001
SB2	10002		
FR1	10003		

2）根据控制要求设计 PLC 控制程序

根据三相异步电动机单向连续运行的起动与停止控制要求，设计的 PLC 控制程序如图 3-10 所示。

（3）程序设计技巧

1）接触器电气控制线路、逻辑控制函数、梯形图彼此存在一一对应关系。

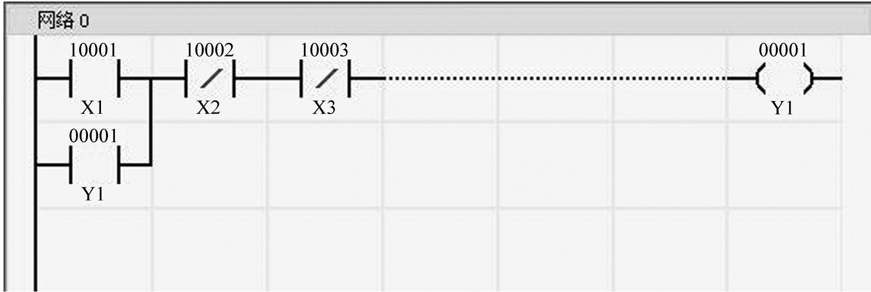


图 3-10　PLC 控制程序

三相异步电动机单向连续运行的起动与停止的控制函数是：

$$KM1=(SB1+KM1)\cdot\overline{SB2}\cdot\overline{FR1}$$

从梯形图可以看出，控制函数中起动按钮 SB1 与接触器常开接点 KM1 是或逻辑关系，在梯形图中表现为两常开触点并联关系，停止按钮 SB2 与起动按钮 SB1 与接触器常开触点 KM1 组合部分是 SB2 取反逻辑与逻辑关系，在梯形图中变现为常闭触点串联形式。

接触器电气控制线路、逻辑控制函数、梯形图彼此存在一一对应关系，即由接触器电气控制线路可以写出相应的逻辑控制函数，反之亦然。由逻辑控制函数可以设计出相应的 PLC 控制程序，反之亦然。由接触器电气控制线路也可以设计出相应的 PLC 控制程序（注意 PLC 的所有输入开关信号需采用常开输入形式，采用常闭输入的点相关的程序部分要取反），反之亦然。

2）PLC 控制程序设计：一般的起、停控制函数为

$$Y=(QA+Y)\cdot\overline{TA}$$

该表达式是 PLC 一般程序设计的基础，表达式左边的 Y 表示控制对象，表达式右边的 QA 表示起动条件（进入条件），右边的 Y 表示控制对象自保持（自锁）条件，右边的 TA 表示停止条件（退出条件）。

在 PLC 程序设计中，只要找到控制对象的起动、自锁和停止条件，就可以设计出相应的控制程序。即 PLC 的程序设计的基本步骤是：细致地分析出各个控制对象的起动、自锁和停止条件，定义 PLC 的输入、输出，然后写出控制函数表达式，根据控制函数表达式设计出相应的梯形图程序。

3.3　用矩形 PLC 控制交流电动机的正反转

交流电动机的正反转

在实际生产中，很多情况下都要求电动机既能正转又能反转，其方法是改变连接到电动机的三相电源线中任意两条电源线的相序，从而改变电动机的转向。

（1）控制要求

1）按下正转起动控制按钮，电动机正转起动运行。

2）按下反转起动控制按钮，电动机反转起动运行。

3）具有互锁控制功能。即电动机正转起动运行后，按反转起动控制按钮不起作用。电动机反转起动运行后，按正转起动控制按钮不起作用。

4）按下停止按钮，电动机停止运行。

5）具有短路保护和电动机过载保护等必要的保护措施。

（2）继电器控制电气原理图

继电器控制电动机正反转控制电气原理图如图 3-11 所示。

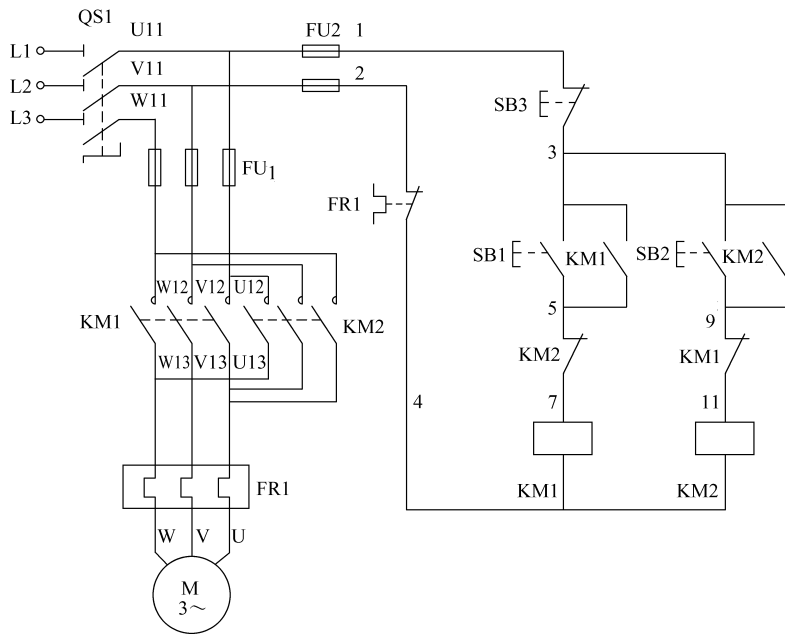


图 3-11　继电器控制电动机正反转控制电气原理图

图中各元器件的名称、代号和作用见表 3-3：

表 3-3　图中各元器件的名称、代号和作用

名　称	代　号	作　用
正转起动按钮	SB1	正转起动控制
反转起动按钮	SB2	反转起动控制
停止按钮	SB3	停止控制
交流接触器	KM1	正转控制
交流接触器	KM2	反转控制
热继电器	FR1	过载保护

（3）逻辑控制函数分析

分析电动机正反转控制继电器控制电气原理图得知：

控制 KM1 的起动的按钮：SB1；

控制 KM1 的停止的按钮或开关：SB3、FR、KM2；

自锁控制触点：KM1；

对于 KM1 来说：

QA = SB1；

TA = SB3 + FR1 + KM2。

根据继电器起、停控制函数 $Y = (QA + Y) \cdot \overline{TA}$ 可以写出 KM1 的控制函数

$$KM1 = (QA + KM1) \cdot \overline{TA} = (SB1 + KM1) \cdot \overline{(SB3 + FR1 + KM2)}$$
$$= (SB1 + KM1) \cdot \overline{SB3} \cdot \overline{FR1} \cdot \overline{KM2}$$

控制 KM2 的起动的按钮：SB2；

控制 KM1 的停止的按钮或开关：SB3、FR1、KM1；

自锁控制触点：KM2；

对于 KM2 来说：

QA = SB2；

TA = SB3 + FR1 + KM1。

根据继电器起、停控制函数 $Y = (QA + Y) \cdot \overline{TA}$ 可以写出 KM2 的控制函数

$$KM2 = (QA + KM2) \cdot \overline{TA} = (SB2 + KM2) \cdot \overline{(SB3 + FR1 + KM1)}$$
$$= (SB2 + KM2) \cdot \overline{SB3} \cdot \overline{FR1} \cdot \overline{KM1}$$

在电动机正转过程中，必须禁止反转起动。在电动机反转过程中，必须禁止正转起动。这种相互禁止操作的控制称为互锁控制。在电动机正反转继电器控制线路中，分别利用了 KM2、KM1 的常闭触点实现对电动机正转、反转的互锁控制。即用反转接触器 KM2 的常闭触点互锁控制正转接触器 KM1，用正转接触器 KM1 的常闭触点互锁控制反转接触器 KM2。

（4）PLC 输入输出接线图（见图 3-12）

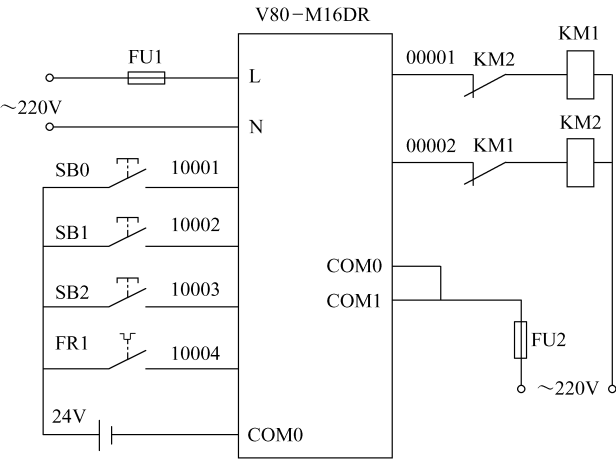


图 3-12　PLC 输入输出接线

（5）设计 PLC 控制程序

PLC 的 I/O 输入、输出分配见表 3-4。

表 3-4　PLC 的 I/O 输入、输出分配：

输　入		输　出	
SB1	10001	KM1	00001
SB2	10002	KM2	00002
SB3	10003		
FR1	10004		

PLC 控制梯形图如图 3-13 所示。

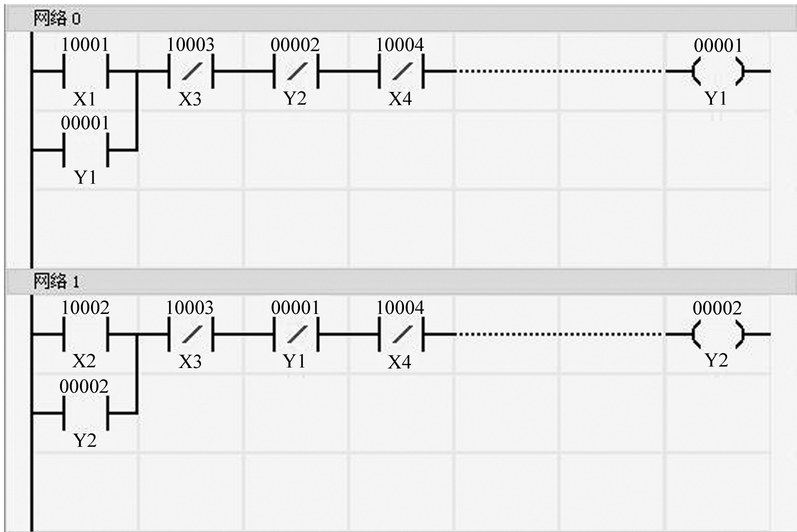


图 3-13　PLC 控制梯形图

（6）编程技巧

在继电器控制线路中，停止按钮、热继电器分别串联在控制线路的前段和后段电路中，严格按照软元件地址栏、控制电路图转换的控制函数是：

$$KM1=\overline{SB3}\cdot(SB1+KM1)\cdot\overline{KM2}\cdot\overline{FR1}$$

$$KM2=\overline{SB3}\cdot(SB2+KM2)\cdot\overline{KM1}\cdot\overline{FR1}$$

在 PLC 编程中，为了优化梯形图程序，通常把并联支路多的电路块移到梯形图的左边，对于逻辑与运算，交换变量顺序不影响结果。把串联触点多的支路移到梯形图的上部，对于逻辑或运算，交换变量顺序不影响结果。优化后的控制函数是：

$$KM1=(SB1+KM1)\cdot\overline{SB3}\cdot\overline{KM2}\cdot\overline{FR1}$$

$$KM2=(SB2+KM2)\cdot\overline{SB3}\cdot\overline{KM1}\cdot\overline{FR1}$$

实训模块 3　用矩形 PLC 控制交流电动机

任务 1　用矩形 PLC 控制交流电动机的单向运行

1. 训练目标

1）能够正确设计控制三相交流异步电动机单向连续运行的起动与停止的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成三相交流异步电动机单向连续运行的起动与停止控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）输入 PLC 程序

1）启动 VLadder PLC 编程软件，进入 PLC 编程界面。

2）点击“新建”快捷按钮，新建一个项目。

3）点击执行“文件”菜单下的“另存为”命令，选择存储项目文件目录，命名程序（如 N3－1），点击“保存”按钮，保存项目文件。

4）移动鼠标在网络 0 的第 1 行、第 1 列出点击，按键盘字母键“A”，弹出 A 指令（常开触点）编辑-位逻辑对话框。

5）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10001，按“确认”按钮，输入完一个常开触点 10001。

6）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位，按键盘字母键“B”，弹出 B 指令（常闭触点）编辑-位逻辑对话框。

7）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10002，按“确认”按钮，输入常闭触点 10002。

8）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位，按键盘字母键“B”，弹出 B 指令（常闭触点）编辑-位逻辑对话框。

9）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10003，按“确认”按钮，输入常闭触点 10003。

10）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位，按键盘字母键“O”，弹出输出线圈指令的编辑-位逻辑对话框。

11）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址 00001，按“确认”按钮，驱动输出线圈 00001。

12）按键盘光标移动键，移动光标到网络 0 的第 2 行、第 1 列，按键盘字母键“A”，弹出 A 指令（常开触点）编辑-位逻辑对话框。

13）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 00001，按“确认”按钮，输入常开触点 00001。

14）按键盘光标上移箭头键“↑”，梯形图编辑光标上移 1 行，按键盘字母键“V”，在常开触点 10001 的右边画出 1 条竖线（再按一次键盘字母键“V”，可以删除常开触点 10001 的右边 1 条竖线）

（2）系统安装与调试

1）主电路按图 3-8 所示的三相交流异步电动机单向连续运行的起动与停止电路主电路接线。

2）PLC 按图 3-9 所示的 PLC 接线图接线。

3）PLC 通信串口设置的具体操作如下：

- V80 系列 PLC 通信电缆分别与计算机 COM1 口、PLC 串口 1 连接。
- 点击执行“工程管理”菜单下的“PC 通信设置”命令或者双击工程管理区的“PLC 串口设置”，弹出图 3-14 所示 PC 通信串口设置对话框。
- 在 PC 通信串口设置对话框中设置站号、通信端口、通信速率、数据校验方式，选用默认值



图 3-14　PC 通信串口设置对话框

即可。如果通信电缆与计算机连接的通信口是 COM2，对话框的通信端口应设置为 COM2。设置完成，点击“确认”按钮关闭对话框。

• 点击执行工程管理菜单下的 PLC 通信设置命令，弹出图3-15 所示 PLC 设置对话框，设置 PLC 串口1 的通信速率与计算机相同，校验方式与计算机相同，设置完成，点击“确认”按钮关闭对话框。



图3-15　设置串口1

4）将 PLC 程序下载到 PLC，具体操作如下：

① 点击执行“控制器”菜单下的“保存到 PLC”命令或点击保存到 PLC 快捷命令按钮，弹出“是否将改动保存到项目文件”对话框。

② 点击“是”按钮，保存改动到项目文件，并开始下载程序；点击“否”按钮，不保存改动，直接开始程序下载。

③ 下载完成，弹出将程序写入 Flash 对话框。

④ 点击“否”，不擦写 FLASH；点击“是”按钮，开始下载擦写 FLASH。

⑤ 擦写完成，弹出“是否运行 PLC 程序”对话框。

⑥ 点击“是”按钮，PLC 进入运行状态。点击“否”按钮，弹出“是否进入在线模式”的对话框。

⑦ 点击“否”按钮，进入离线模式界面；点击“是”按钮，PLC 进入在线调试模式。

5）调试程序

① 点击执行“控制器”菜单下的“PLC 连线”命令或点击“PLC 连线”快捷按钮，PLC 进入在线调试模式。

② 按下起动按钮 SB1，梯形图中输出线圈 00001 得电，PLC 的输出点 00001 指示灯亮，电动机起动运行。

③ 按下停止按钮，梯形图中输出线圈 00001 失电，PLC 的输出点 00001 指示灯灭，电动机停止运转。

任务2　用矩形 PLC 控制交流电动机的正反转

1. 训练目标

1）能够正确设计控制三相交流异步电动机正反转的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成三相交流异步电动机正反转控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）输入 PLC 程序

1）启动 PLC 编程软件，进入 PLC 编程界面。

2）点击新建快捷按钮，新建一个项目。

3）点击执行文件菜单下的另存为命令，弹出另存为对话框。

4）选择存储项目文件目录，命名程序（如 N3－2），点击保存按钮，保存项目文件。

5）将光标移到网络 0 的左上角开始处点击，按键盘字母 A 出现编辑-位逻辑对话框，在对话框的中间软元件地址栏输入 10002，点击确认按钮，完成常开触点的输入。

6）按一下键盘的光标右移键，使编辑位置右移一软元件地址栏，按键盘字母 B 出现编辑-位逻辑对话框，在对话框的中间软元件地址栏输入 10001，点击确认按钮，完成常闭触点的输入。

7）用同样的方法输入常闭触点 10004 和常闭触点 00002。

8）右移一位编辑位置，输入字母 O，出现编辑-位逻辑对话框，在对话框的中间软元件地址栏输入 00001，点击确认按钮，完成输出线圈的输入。

9）移动编辑光标到常开触点 10002 的下一行处，输入常开触点 00001。

10）移动编辑光标到常开触点 10002 处，按键盘字母 V，画一条竖线，完成正转起动控制程序的输入。

11）用类似的方法输入反转控制程序，正反转完整的控制程序。

由于反转控制梯形图与正转控制梯形图类似，所以亦可采用下述复制、粘贴、修改的方式输入反转控制梯形图。

12）点击网络 0 横条，选择正转梯形图的网络 0，选中正转梯形图（见图 3-16）。

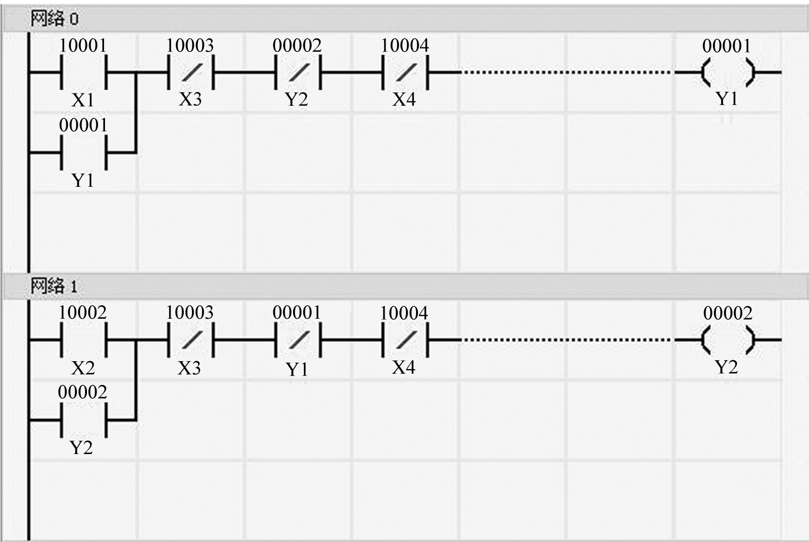


图 3-16　选择正转梯形图

13）点击右键弹出快捷菜单，如图 3-17 所示，执行快捷菜单复制命令。

14）移动鼠标到网络 1 的第 1 行、第 1 列，按下鼠标左键。

15）点击鼠标右键弹出快捷菜单，如图 3-18 所示，执行快捷菜单粘贴命令。



图 3-17　选择执行复制命令

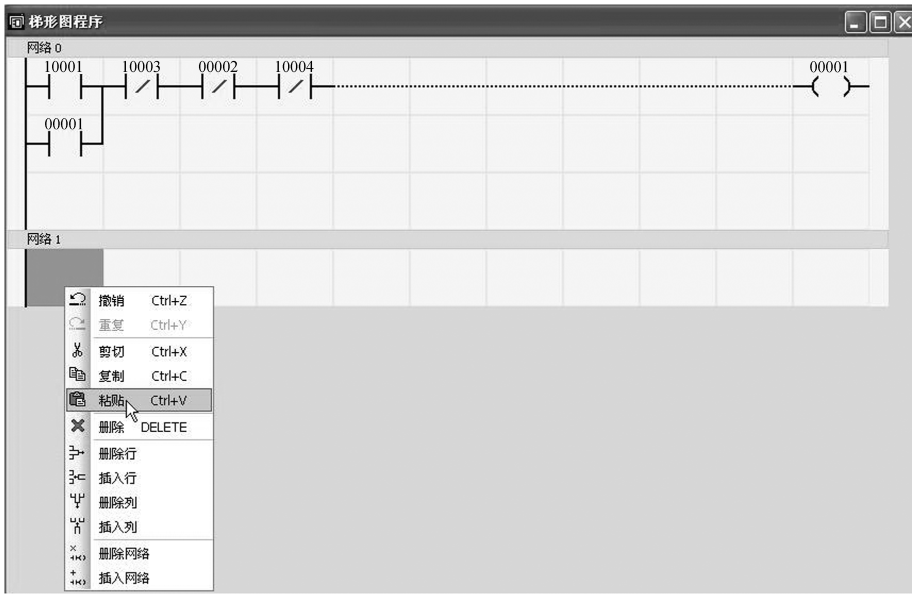


图 3-18　选择执行粘贴命令

16）粘贴完成后的梯形图如图 3-19 所示。

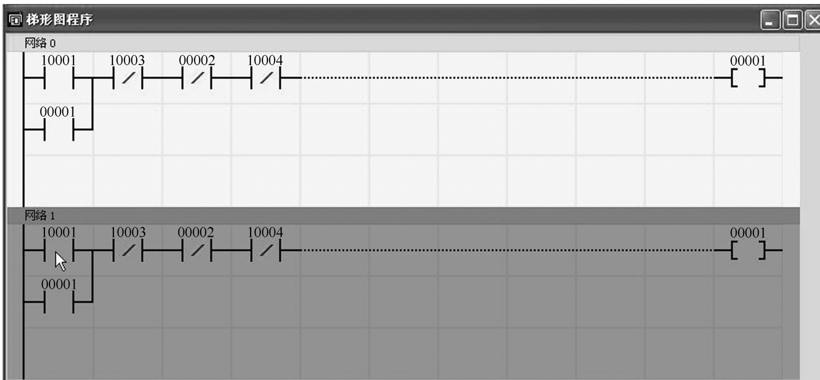


图 3-19　粘贴完成

17）双击网络 1 常开触点 10001，弹出编辑-位逻辑对话框，在对话框的中间软元件地址栏输入 10002，点击确认按钮，完成反转起动按钮信号 10002 的修改。

18）用类似的方法将网络 1 的常闭触点 00002 修改为常闭触点 00001。

19）将网络 1 的输出线圈 00001 修改为输出线圈 00002。

20）将网络 1 的自锁用常开触点 00001 修改为常开触点 00002。修改完成的正反转控制程序如图 3-20 所示。

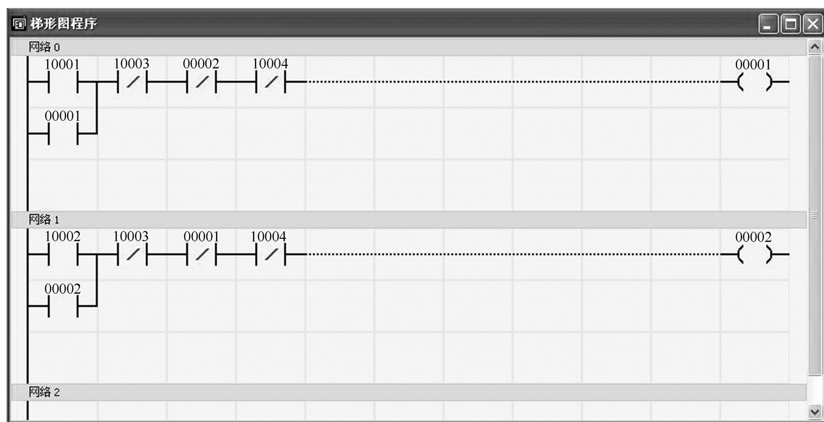


图 3-20　修改软元件地址

（2）系统安装与调试

1）主电路按图 3-11 所示的三相交流异步电动机正反转电路主电路接线。

2）PLC 按图 3-12 所示的 PLC 接线图接线。

3）将 PLC 程序下载到 PLC。

4）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行状态。

5）按下正转起动按钮 SB1，观察 PLC 的输出点 00001 的状态，观察电动机的运行。

6）按下反转起动按钮 SB2，观察 PLC 的输出点 00001 的状态，观察电动机的运行，体会互锁的作用。

7）按下停止按钮 SB3，观察 PLC 的输出点 00001 的状态，观察电动机是否停止。

8）按下反转起动按钮 SB2，观察 PLC 的输出点 00002 的状态，观察电动机的运行。

9）按下正转起动按钮 SB1，观察 PLC 的输出点 00002 的状态，观察电动机的运行。

10）按下停止按钮 SB3，观察 PLC 的输出点 00002 的状态，观察电动机是否停止。

3. 巩固与提高

1）自动往复接触器控制电路如图 3-21 所示，根据电气控制电路写出控制函数，应用矩形 V80 系列 PLC 实现其控制功能。

2）运料小车运动的示意图如图 3-22 所示，应用矩形 V80 系列 PLC 实现小车控制。控制要求如下：

① 小车的前进、后退均能点动控制。

② 小车自动往返控制。

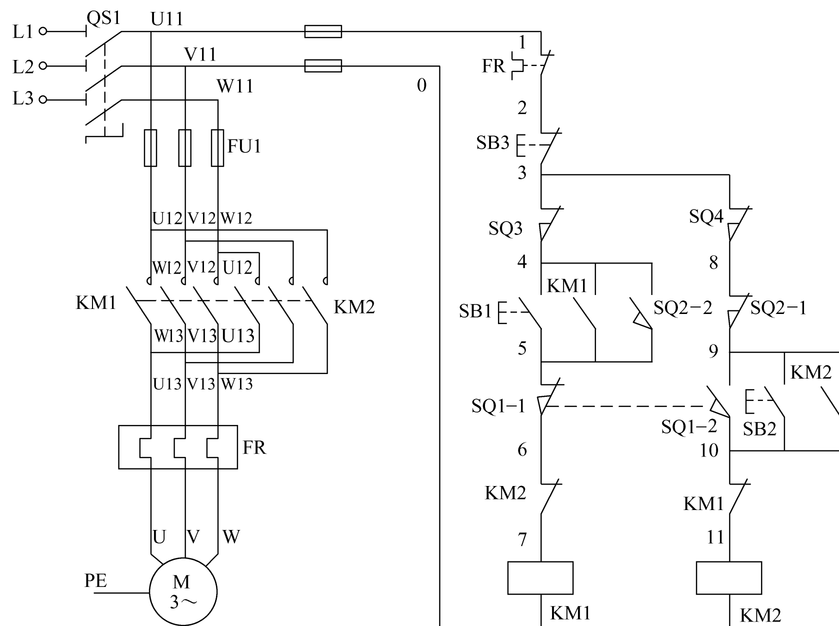


图 3-21　自动往复接触器控制电路

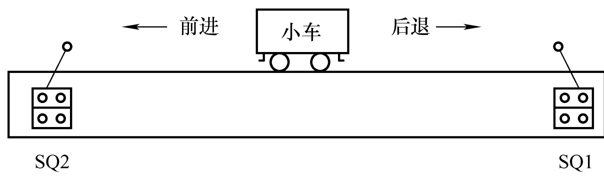


图 3-22　运料小车的运动

习　题　3

1. 三相异步电动机单向连续带点动控制电路如图 3-23 所示，用矩形 V80 系列 PLC 实现三相异步电动机单向连续带点动控制。

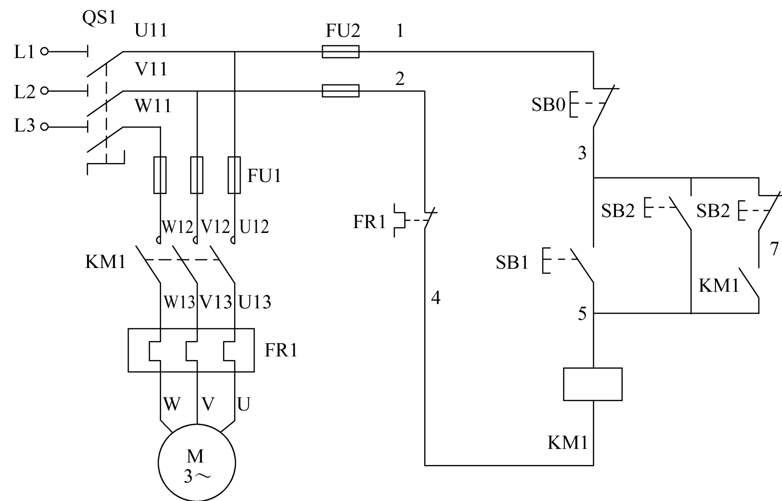


图 3-23　三相异步电动机单向连续带点动控制电路

2. 三相异步电动机多地点控制电路如图 3-24 所示，用矩形 V80 系列 PLC 实现三相异步电动机多地点控制。

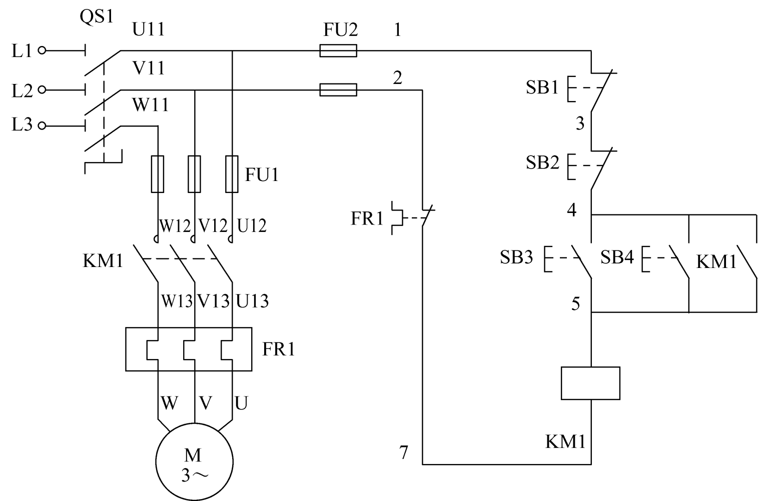


图 3-24　三相异步电动机多地点控制电路

3. 三相异步电动机顺序控制电路如图 3-25 所示，用矩形 V80 系列 PLC 实现三相异步电动机顺序控制。

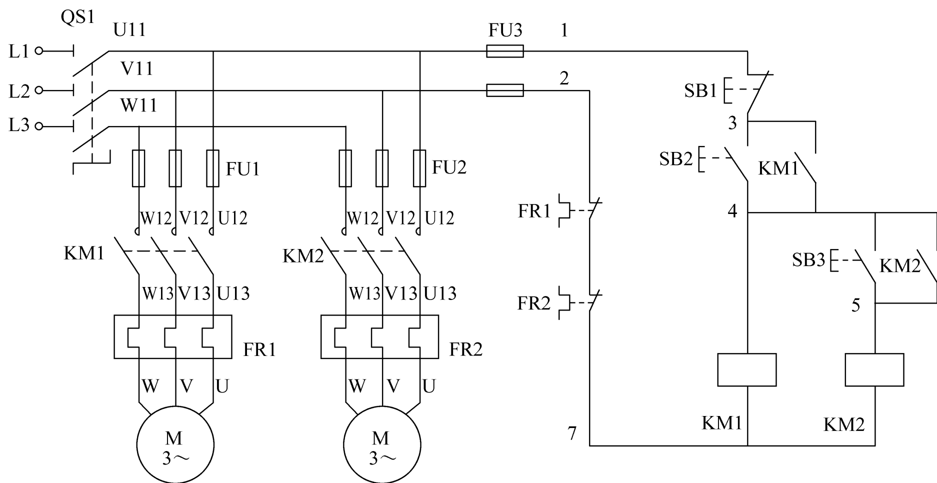


图 3-25　三相异步电动机顺序控制电路

第 4 章　矩形 PLC 的定时控制

4.1　矩形 PLC 的定时器

1. 矩形 PLC 的定时器分类

矩形 PLC 的定时器按定时时基分类，可以分为 T1.0、T0.1、T0.01 三种。

T1.0 定时器以 1s 为计时单位，每经 1s 定时器的当前值加 1。当前值达到设定值时，定时器驱动的输出线圈为“ON”。

T0.1 定时器以 0.1s 为计时单位，每经 0.1s 定时器的当前值加 1。当前值达到设定值时，定时器驱动的输出线圈为“ON”。

T0.01 定时器以 0.01s 为计时单位，每经 0.01s 定时器的当前值加 1。当前值达到设定值时，定时器驱动的输出线圈为“ON”。

定时器外部信号可激活计时、停止计时、清除计时等动作。

2. 定时器指令

（1）定时器指令的符号（见图 4-1）

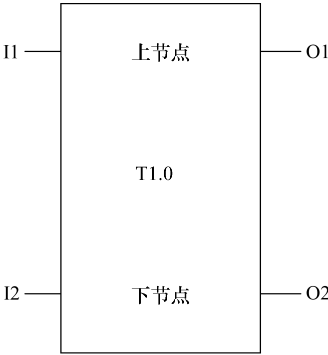


图 4-1　定时器指令符号

（2）输入控制说明

I1：动作控制，输入动作时（ON）执行定时功能。

I2：定时当前值清除控制，低电平动作，当 I2 为“OFF”时，定时器当前值清除为 0。

（3）功能输出说明

O1：计时到输出

= 1，计时当前值 = 设置值

= 0，计时当前值 < 设置值

O2：与 O1 输出相反

（4）定时器的操作数（见表 4-1）。

定时器的操作数，上节点用于设置定时器的设定值，下节点用于记录定时器的当前值。

表 4-1　定时器的操作数

	0	1	2	3	4	C	P	L
上节点				√	√	√		
下节点					√			

注：3 为输入寄存器，4 为输出寄存器，常数 C 的范围是 0 ~ 65535。

（5）定时器应用

例 4-1　定时器指令基本应用（见图 4-2）。

图 4-2 所示的 VLadder 程序为每 3s 一个循环的定时器，其动作流程为

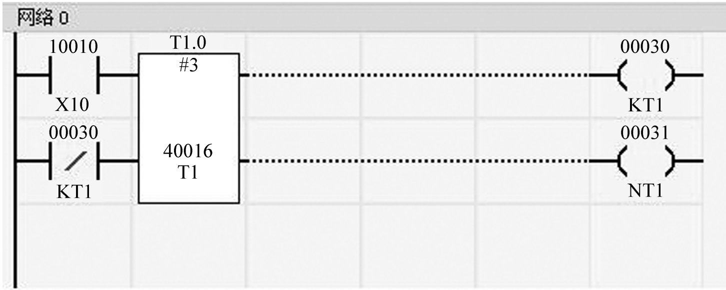


图 4-2 定时器指令应用

1）假定刚开始 40016 内存值为零，此时 00030 =“OFF”，00031 =“ON”。

2）当输入信号 10010 为“ON”后，40016 每 1s 累加 1。

3）当 10010“ON”后 3s，40016 值 =3，此时输出为：00030 =“ON”，00031 =“OFF”。

4）由于 00030 =“ON”导致 I2 的输入为“OFF”，连带 40016 清为“0”。

5）40016 =0，00030 回至“OFF”，40016 再度累加，动作回至步骤 3）。

例 4-2 作普通定时器的应用（见图 4-3）

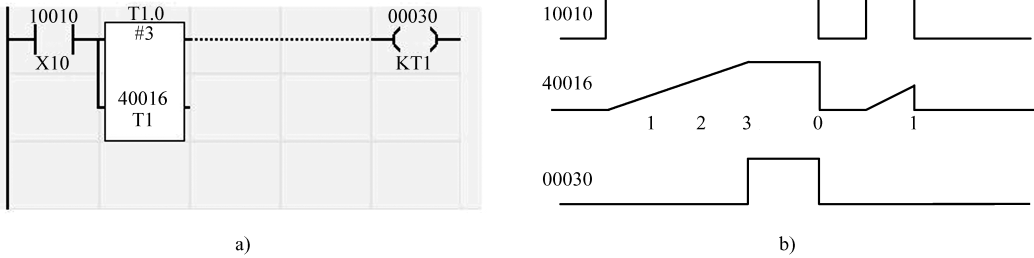


图 4-3 普通定时应用

图 4-3a 为普通定时器应用的梯形图，当 10010（X10）为“ON”时，定时器开始定时，40016（T1）的当前值每经过 1s 增加 1，当 40016 的当前值达到设定值 3 时，定时器输出端 00030（KT1）为“ON”，表示定时到。当 10010（X10）为“OFF”时，定时器 I2 输入为“OFF”，40016 清除为 0。当 10010（X10）为“ON”时间小于设定值时，40016 当前值会增加，只要当前值小于设定值，定时器输出就一直为“OFF”。普通定时器应用的时序图见图 4-3b。

例 4-3 长时间定时应用（见图 4-4）

图 4-4 中，使用了两个普通定时器定时，总的定时时间是两个定时器的设定值之和，即总定时时间：

$$T = \mathrm{T1} + \mathrm{T2} = 300\mathrm{s} + 200\mathrm{s} = 500\mathrm{s}$$

当 10010（X10）为“ON”时，定时器 T1 开始定时，定时 300s 后，KT1 为“ON”，启动定时器 T2 定时，再经过 200s，KT2 为“ON”，从 X10 为“ON”开始到 KT2 为“ON”的时间总和是 500s。

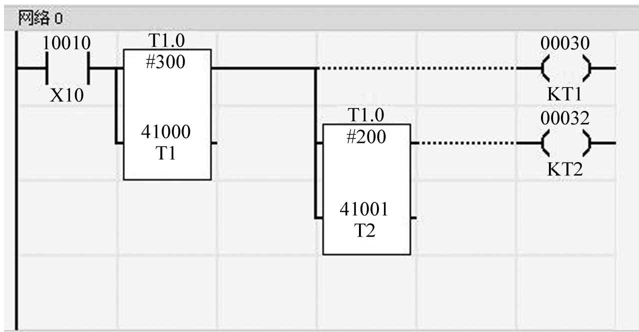


图 4-4　长时间定时应用

例 4-4　失电定时应用（见图 4-5）。

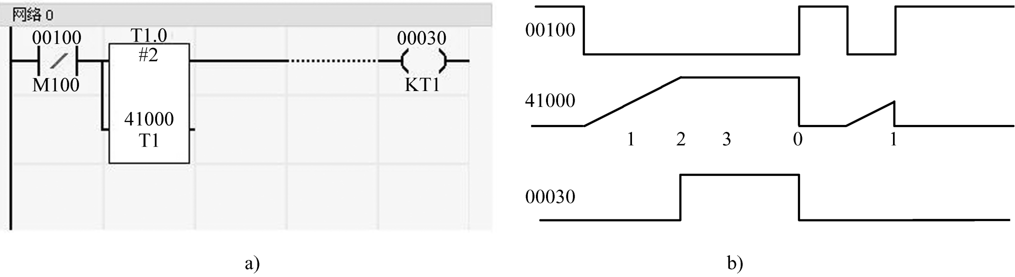


图 4-5　失电定时应用

图 4-5a 为失电定时应用的梯形图，当 00100（M100）为“ON”时，常闭触点为“OFF”，定时器不工作。当 00100（M100）失电为“OFF”时，常闭触点为“ON”，定时器 T1 开始定时，定时 2s 后，KT1 为“ON”。当 00100（M100）为“OFF”失电时间小于设定值时，41000 当前值会增加，只要当前值小于设定值，定时器输出端就一直为“OFF”。失电定时应用的时序图见图 4-5b。

例 4-5　用定时器产生方波信号（见图 4-6）

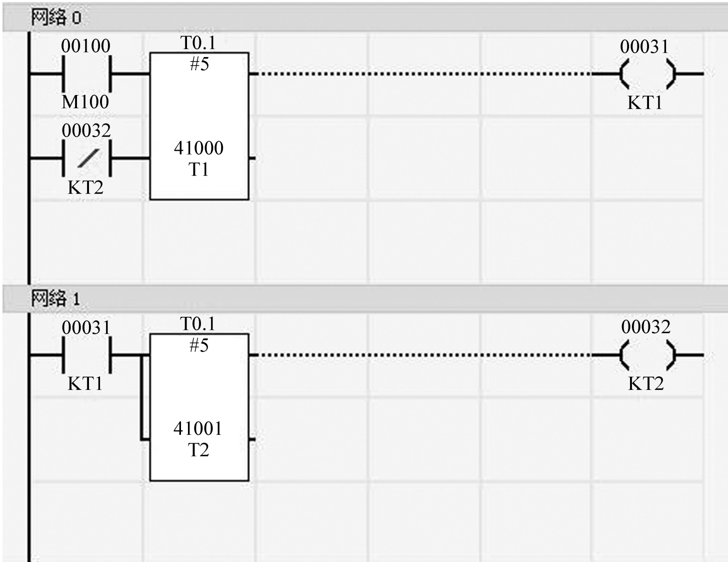


图 4-6　用定时器产生方波信号

图 4-6 中，当 00100（M100）为“ON”时，定时器 T1 开始定时，定时 0.5s 后，KT1 为“ON”，定时器 T2 开始定时，定时 0.5s 后，KT2 为“ON”，定时器 T1 的 I2 端连接常闭触点为“OFF”，使 T1 的 41000 复位为 0，KT1 复位为“OFF”，进一步使 T2 复位为“OFF”，T1、T2 开始下一次循环定时，输出端 KT1 的波形为周期为 1s 的方波。

4.2　矩形 PLC 定时器的应用

1. 转换设计法

接触器、继电器线路转换设计法是依据控制对象的接触器、继电器线路原理图，用 PLC 对应的符号和功能相类似软元件，把原来的接触器、继电器线路转换成梯形图程序的设计方法，简称转换设计法。

转换设计法特别适合于 PLC 程序设计的初学者，也适用于对原有旧设备的技术改造。

（1）转换设计法的操作步骤

1）仔细研读接触器、继电器线路：仔细研读接触器、继电器线路图，在读图中注意区分原有设备主电路与控制电路，确定主电路的关键元件及相互关联的元件和电路，分析主电路，分析控制电路，分析各元件在电路中的作用。

2）确定 PLC 输入输出及接线图：将现有的接触器、继电器线路图上的元件进行编号并制作 PLC 变量符号、地址表，即对线路图上的输入信号如按钮、行程开关、传感器开关等进行 PLC 变量符号编号并转换为 PLC 对应输入点；对线路图上的接触器线圈、电磁阀、指示灯、数码管等控制对象进行 PLC 变量符号编号并转换为 PLC 对应输出点。

3）确定 PLC 的辅助继电器、定时器：将现有的接触器、继电器线路图上的中间继电器、定时器元件进行编号并制作 PLC 变量符号、地址表。

4）简化、完善梯形图程序：

- 利用逻辑代数运算简化函数表达式，简化 PLC 程序；
- 利用辅助继电器取代重复使用部分，简化 PLC 程序；
- 分梯级模块化编程，使 PLC 程序清晰；
- 加强保护与诊断，完善 PLC 程序。

（2）转换设计法应用时注意事项

1）按钮、行程开关、传感器开关等采用常开触点输入时，PLC 控制逻辑与接触器、继电器线路图控制逻辑相同。

2）按钮、行程开关、传感器开关等某个开关采用常闭触点输入时，PLC 控制逻辑图中对应的触点状态取反。

2. 矩形 PLC 的定时器在交流电机控制中的应用

例 4-6　交流电动机的Y—△减压起动控制。

正常运转时定子绕组接成三角形的三相异步电动机在需要减压起动时，可采用Y—△减压起动的方法进行空载或轻载起动。其方法是起动时先将定子绕组联成星形接法，待转速上升到一定程度，再将定子绕组的接线改接成三角形，使电动机进入全压运行。由于此法简便经济而得到普遍应用。

（1）电动机的Y—△减压起动控制电路控制要求

1）能够用按钮控制电动机的起动和停止。

2）电动机起动时定子绕组接成星形，延时一段时间后，自动将电动机的定子绕组换接成三角形。

3）具有短路保护和电动机过载保护等必要的保护措施。

（2）电气控制原理

1）电气控制原理图：继电器、接触器控制的星-三角控制电路图如图 4-7 所示。

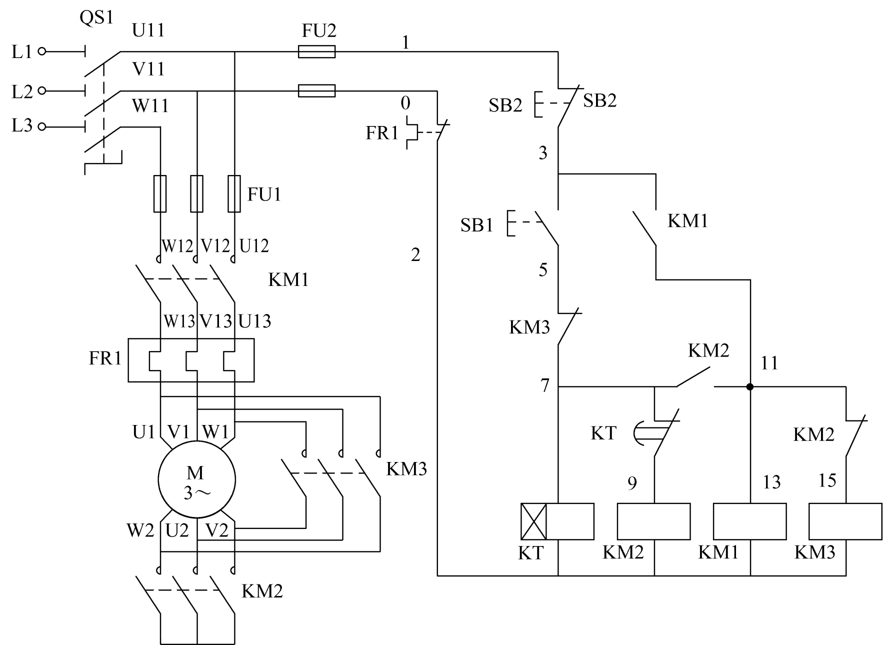


图 4-7　星-三角控制电路图

图 4-7 中各元器件的名称、代号、作用见表 4-2。

表 4-2　元器件的名称、代号、作用

名　　称	代　　号	用　　途
交流接触器	KM1	电源控制
交流接触器	KM2	星形联结
交流接触器	KM3	三角形联结
时间继电器	KT	延时自动转换控制
起动按钮	SB1	起动控制
停止按钮	SB2	停止控制
热继电器	FR1	过载保护

2）逻辑控制函数分析：分析三相交流异步电动机的Y—△减压起动控制线路可以写出如下的控制函数：

$$KM1=(SB1\cdot\overline{KM3}\cdot KM2+KM1)\cdot\overline{SB2}\cdot\overline{FR1}$$

$$KM2=(SB1\cdot\overline{KM3}+KM1\cdot KM2)\cdot\overline{SB2}\cdot\overline{FR1}\cdot\overline{KT}$$

$$KM3=KM1\cdot\overline{KM2}$$

$$KT=KM1\cdot KM2$$

（3）PLC 控制

1）PLC 输入输出接线图：PLC 输入输出接线如图 4-8 所示。

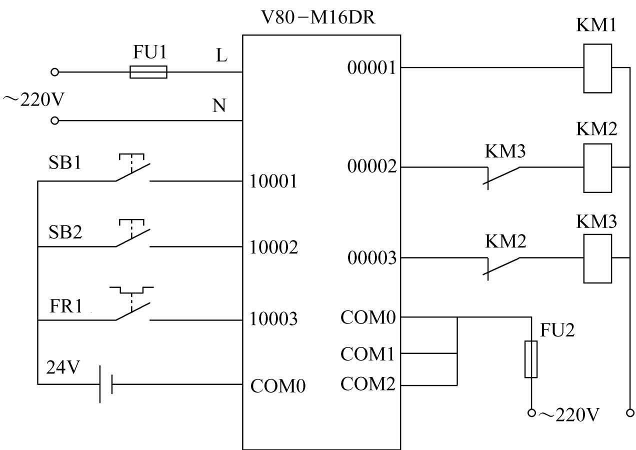


图 4-8　PLC 输入输出接线图

2）设计 PLC 控制程序：PLC 的 I/O 输入、输出分配见表 4-3。

表 4-3　PLC 的 I/O 输入、输出分配

输　　入		输　　出	
SB1	10001	KM1	00001
SB2	10002	KM2	00002
FR1	10003	KM3	00003

根据Y—△减压起动控制函数设计的 PLC 控制梯形图如图 4-9 所示。

例 4-7　交流双速电动机控制。

1. 交流双速电动机控制要求

双速电动机控制的控制线路如图 4-10 所示，控制要求如下：

1）按下低速起动按钮 SB2，接触器 KM1 得电，电动机低速起动运行。

2）按下高速起动按钮 SB3，继电器 K、时间继电器 KT、接触器 KM1 得电，电动机低速起动运行，延时 Ts 后，时间继电器 KT 使接触器 KM1 失电，使接触器 KM2、KM3 得电，电动机转入高速运行状态。

3）按下停止按钮 SB1，电动机停止。

2. 应用转换设计法设计双速电动机 PLC 控制程序

（1）设置 PLC 变量符号、地址表（见表 4-4）

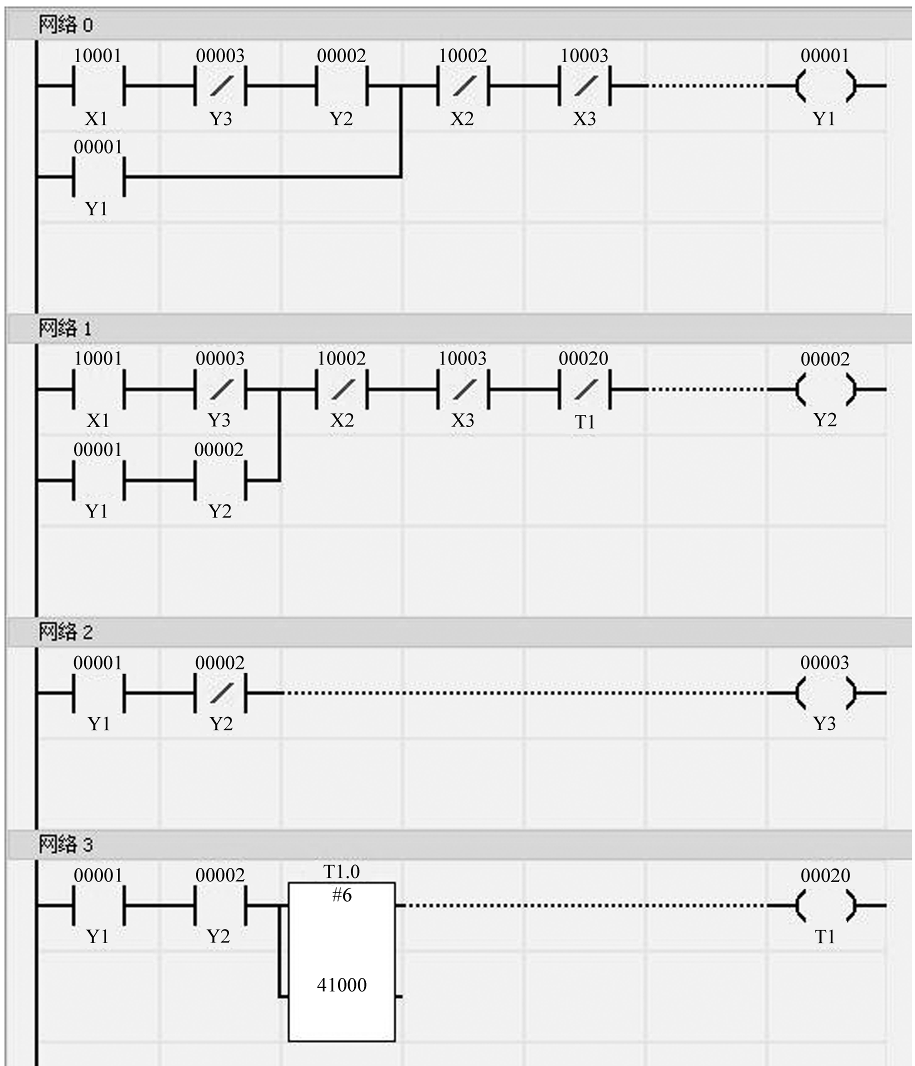


图 4-9　PLC 控制梯形图

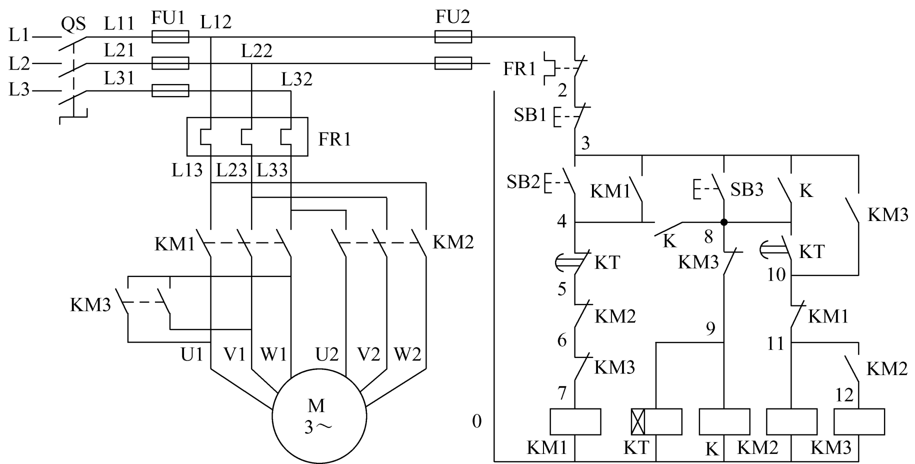


图 4-10　双速电动机控制

表 4-4　PLC 变量符号、地址表

元件名称	代　号	变量符号	地　址	作　用
停止按钮	SB1	X1	10001	停止
按钮 1	SB2	X2	10002	低速起动
按钮 2	SB3	X3	10003	低起高运
热继电器	FR1	X4	10004	过载保护
接触器 1	KM1	Y1	00001	低速运行
接触器 2	KM2	Y2	00002	高速运转
接触器 3	KM3	Y3	00003	高速运转
辅助继电器	M	M100	00100	辅助控制
定时器	KT	T1	00041	定时控制

（2）根据双速电动机 PLC 控制线路和变量符号，写出双速电动机逻辑控制函数。

分析双速电动机逻辑控制线路，得出的双速电动机逻辑控制函数：

$$Y1=(X2+Y1+M100)\cdot\overline{X1}\cdot\overline{X4}\cdot\overline{Y2}\cdot\overline{T1}$$

$$Y2=(T1\cdot M100+Y3)\cdot\overline{X1}\cdot\overline{X4}\cdot\overline{Y1}$$

$$Y3=(M100\cdot T1+Y3)\cdot\overline{X1}\cdot\overline{X4}\cdot\overline{Y1}\cdot Y2$$

$$M100=(X3+M100)\cdot\overline{X1}\cdot\overline{X4}\cdot\overline{Y3}$$

$$I1=M100$$

（3）根据双速电动机逻辑控制函数设计 PLC 控制程序

双速电动机的 PLC 控制程序如图 4-11 所示。

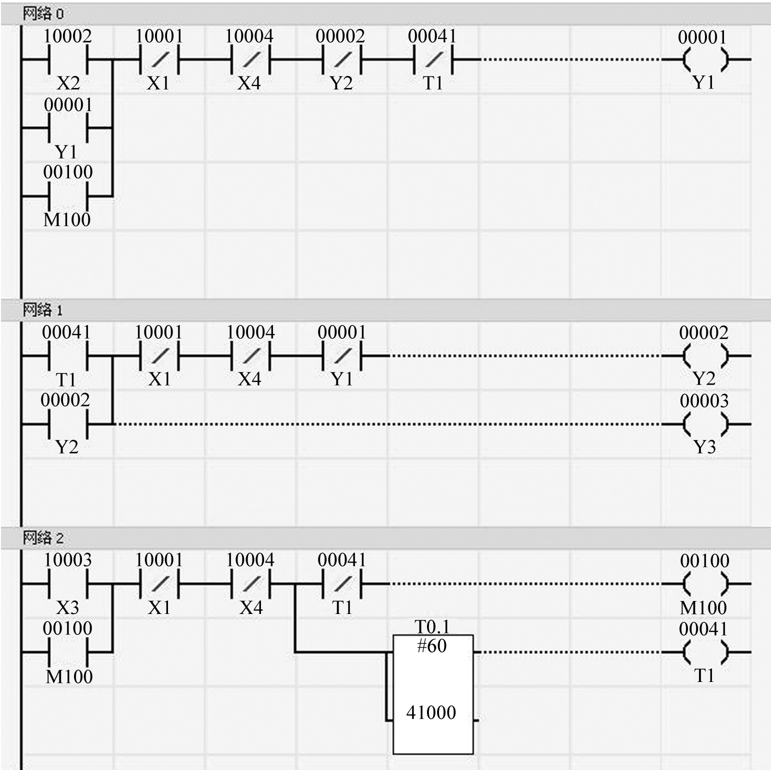


图 4-11　双速电动机控制

实训模块 4　矩形 PLC 的定时控制

任务 1　矩形 PLC 的定时控制的基本应用

1. 训练目标

1）能正确输入和传输 PLC 定时控制程序。

2）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）学会使用普通定时器

操作步骤如下：

1）启动 VLadder PLC 编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入 PLC 编程界面。

2）移动鼠标在网络 0 的第 1 行、第 1 列处点击，按键盘字母键“A”，弹出 A 指令（常开触点）编辑-位逻辑对话框。

3）在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10001，按“确认”按钮，输入完一个常开触点 10001。

4）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

5）按键盘字母键“F”，弹出图 4-12 所示的“编辑-功能块”对话框。



图 4-12　编辑-功能块

6）如图 4-13 所示，在“编辑-功能块”对话框的设定值栏输入“#3”定时设定值，在计时栏输入“41000”当前值寄存器地址。

7）按“确认”按钮，完成定时功能指令的基本操作，结果见图 4-14。



图 4-13　输入定时参数

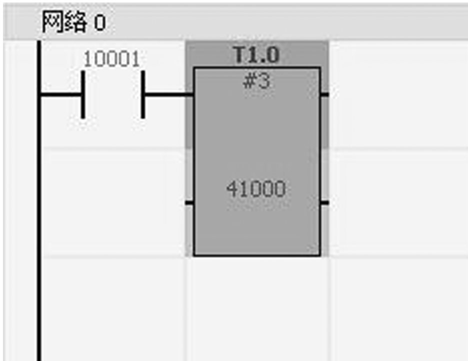


图 4-14　输入定时指令

8）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

9）按键盘字母键“O”，弹出 O 指令（线圈）编辑-位逻辑对话框，在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址“00031”，按“确认”按钮，完成定时到状态监控元件“00031”的输入。

10）移动鼠标在网络 0 的第 2 行、第 3 列出点击。

11）按键盘字母键“O”，弹出 O 指令（线圈）编辑-位逻辑对话框，在编辑-位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址“00032”，按“确认”按钮，完成定时到反相状态监控元件“00032”的输入。

12）移动鼠标在网络 0 的第 1 行、第 1 列的元件“10001”处点击。

13）按键盘字母键“V”，如图 4-15 所示，在常开触点 10001 的右边画出 1 条竖线，连接定时器的 I1、I2 端。

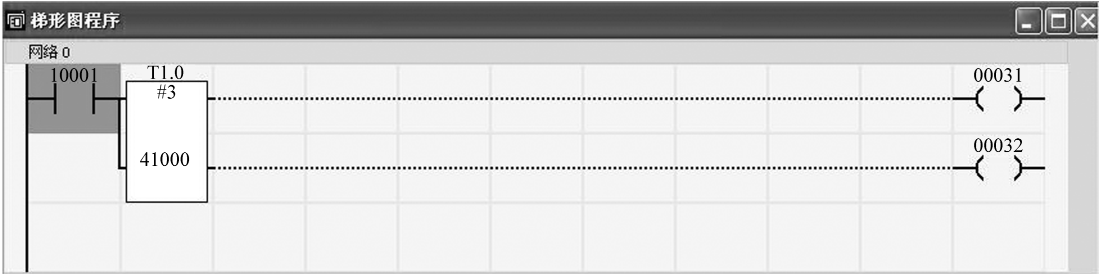


图 4-15　画竖线

14）计算机与 V80 系列 PLC 联机。

15）将图4-15的程序下载到V80系列PLC。

16）使V80系列PLC处于连线监控运行状态。

17）强制输入元件“10001”处于“ON”状态，观察定时器的当前值的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

18）强制输入元件“10001”处于“OFF”状态，观察定时器的当前值的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

（2）观察PLC长时间定时器的工作

操作步骤如下：

1）启动VLadder PLC编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入PLC编程界面。

2）输入图4-4所示的长时间定时应用梯形图。

3）将图4-4所示的长时间定时应用程序下载到V80系列PLC。

4）使V80系列PLC处于连线监控运行状态。

5）强制输入元件“10010”处于“ON”状态，观察定时器T1的当前值41000的变化，观察定时器T2的当前值41001的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

6）强制输入元件“10010”处于“OFF”状态，观察定时器的当前值的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

（3）观察PLC失电定时器的工作

操作步骤如下：

1）启动VLadder PLC编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入PLC编程界面。

2）输入图4-5所示的失电定时应用梯形图。

3）将图4-5所示的失电定时应用程序下载到V80系列PLC。

4）使V80系列PLC处于连线监控运行状态。

5）强制输入元件“00100”处于“ON”状态，观察定时器T1的当前值41000的变化，观察输出元件“00031”输出状态的变化。

6）强制输入元件“00100”处于“OFF”状态，观察定时器T1的当前值41000的变化，观察输出元件“00031”输出状态的变化，体会失电定时器的工作原理。

（4）观察用定时器产生的方波信号

操作步骤如下：

1）启动VLadder PLC编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入PLC编程界面。

2）输入图4-6所示的用定时器产生方波信号的梯形图。

3）将图4-6所示的用定时器产生方波信号程序下载到V80系列PLC。

4）使V80系列PLC处于连线监控运行状态。

5）强制元件“00100”处于“ON”状态，观察定时器T1的当前值41000的变化，观察定时器T2的当前值41001的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

6）强制元件“00100”处于“OFF”状态，观察定时器T1的当前值41000的变化，观

察定时器 T2 的当前值 41001 的变化，观察输出元件“00031”、“00032”输出状态的变化。

任务 2　交流电动机的Y—△减压起动控制

1. 训练目标

1）能够正确设计按时间顺序控制三相交流异步电动机的控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成按时间顺序控制三相交流异步电动机的控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

输入 PLC 程序如下：

1）设置 PLC 变量符号、地址：PLC 变量符号、地址表见表 4-5。

表 4-5　PLC 变量符号、地址

元　　件	PLC 地址	变 量 符 号
SB1	10001	X1
SB2	10002	X2
FR1	10003	X3
KM1	00001	Y1
KM2	00002	Y2
KM3	00003	Y3
KT	00020	T1

2）根据 PLC 变量符号地址写出控制函数

$$Y1 = (X1 \cdot \overline{Y3} \cdot Y2 + Y1) \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X3}$$

$$Y2 = (X1 \cdot \overline{Y3} + Y1 \cdot Y2) \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X3} \cdot \overline{T1}$$

$$Y3 = Y1 \cdot \overline{Y2}$$

$$T1 = Y1 \cdot Y2$$

3）根据控制函数画出 PLC 梯形图。

4）输入接触器 KM1 的控制程序（见图 4-16）。

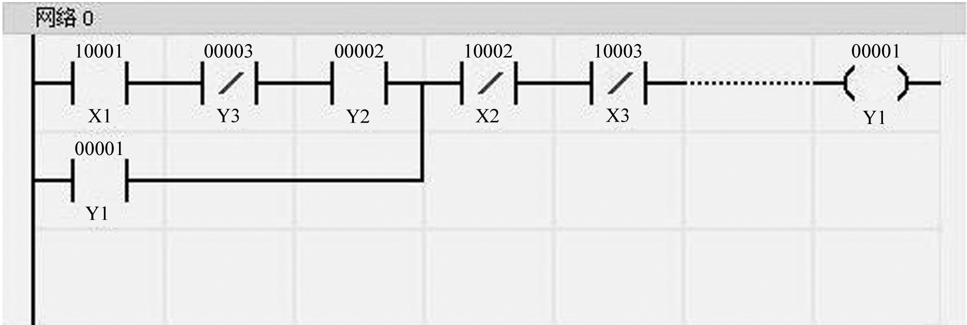


图 4-16　KM1 控制

5）输入接触器 KM2 的控制程序（见图 4-17）

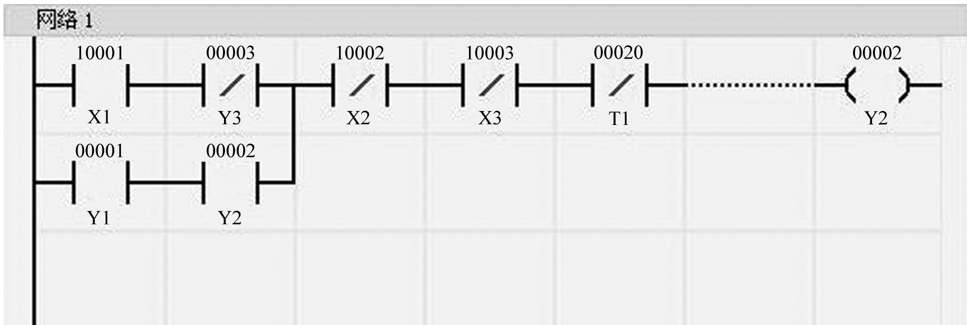


图 4-17　KM2 控制

6）输入接触器 KM3 的控制程序（见图 4-18）

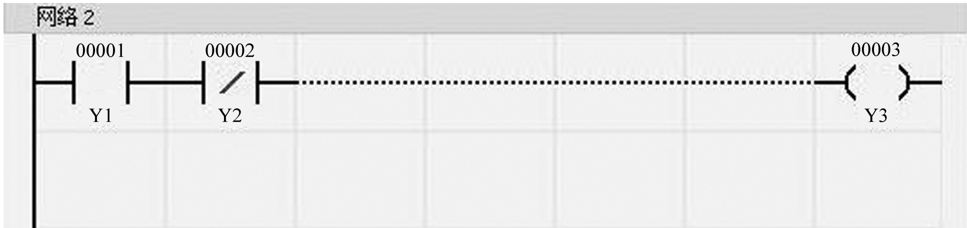


图 4-18　KM3 控制

7）输入定时器 KT 的控制程序（见图 4-19）

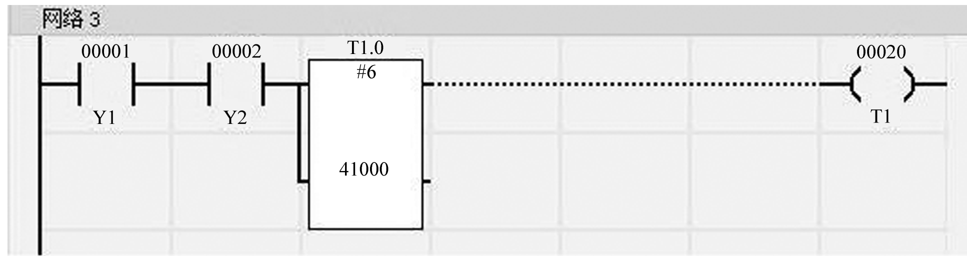


图 4-19　KT 控制

3. 系统安装与调试

1）主电路按图 4-7 所示的三相交流异步电动机Y—△减压起动电路主电路接线。

2）PLC 按图 4-8 所示的 PLC 接线图接线。

3）将 PLC 程序下载到 PLC。

4）使 PLC 处于运行状态。

5）按下起动按钮 SB1，观察 PLC 的输出点 00001、00002，观察电动机的星形起动运行状况。

6）等待 6s，观察 PLC 的输出点 00001、00003，观察电动机的三角形运行状况。

7）按下停止按钮，观察 PLC 的输出点 00001、00002、00003，观察电动机是否停止。

习　题　4

1. 应用两个普通定时器产生方波信号。

2. 应用两个普通定时器产生不同占空比（如导通时间为 1s，间歇时间为 2s，周期为 3s）的周期变化信号。

3. 三速电动机控制：三速电动机控制的控制线路如图 4-20 所示，请用转换设计法设计三速电动机 PLC 控制程序。

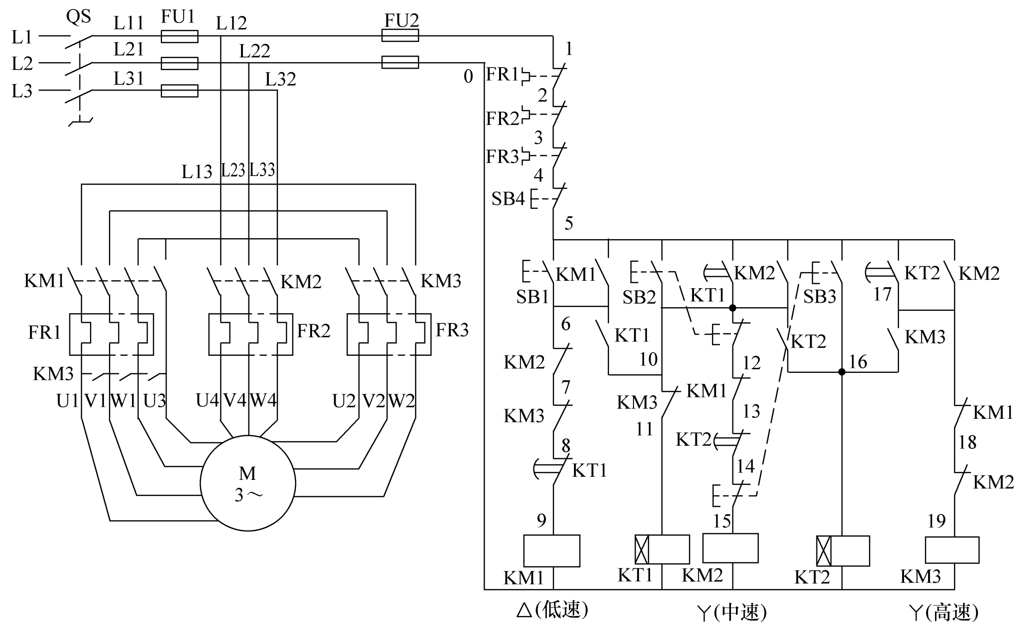


图 4-20　三速电动机控制线路

第 5 章　矩形 PLC 的计数控制

5.1　矩形 PLC 的计数器

1. 矩形 V80 系列 PLC 的计数器分类

矩形 V80 系列 PLC 的计数器分为加计数器和减加数器两类。

加计数器对来自输入端的脉冲进行加计数，每输入一个脉冲，加计数寄存器加 1，当计数值达到加计数设定值，驱动输出置位。

减计数器对来自输入端的脉冲进行减计数，每输入一个脉冲，减计数寄存器加 1，当计数值达到零，驱动输出置位。

2. 加计数器

（1）加计数器指令

加计数器对来自输入端的脉冲进行加计数，每输入一个脉冲，加计数寄存器加 1，当计数值达到加计数设定值，驱动输出置位。加计数器指令 UCTR 符号如图 5-1 所示。

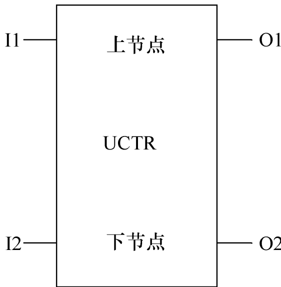


图 5-1　加计数器指令

（2）节点说明

上节点：计数器的设置值。

下节点：目前累计的计数值，表示计数器的当前值。

（3）输入控制说明

I1：上升沿计数输入端，当 I1 输入由 OFF 变化到 ON 时，计数值加 1。

I2：计数累积值清除控制，低电平动作，当 I2 动作时（即 OFF），计数器累积值清除为 0。

（4）功能输出说明

O1：计数到输出

=1，计数累积值 = 设置值

=0，计数累积值 < 设置值

O2：与 O1 输出相反

3. 减计数器

（1）减计数器指令

减计数器对来自输入端的脉冲进行减计数，每输入一个脉冲，减计数寄存器减 1，当计数值达到零，驱动输出置位。减计数器指令 DCTR 符号如图 5-2 所示。

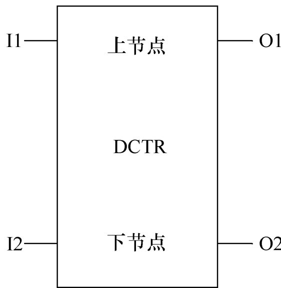


图 5-2　减计数器指令

（2）节点说明

上节点：计数器的默认值。

下节点：目前累计的计数值。

（3）输入控制说明

I1：上升沿计数输入端，当 I1 输入由 OFF 变化到 ON 时，计数值减 1。

I2：计数累积值清除控制 低电平动作，当 I2 动作时（即 0FF），计数器累积值设置为默认值。

（4）功能输出说明

O1：计数到输出

=1，计数累积值 =0；

=0，计数累积值 >0；

O2：与 O1 输出相反

4. 计数器的操作数

计数器的操作数见表 5-1。

表 5-1　计数器的操作数

	0	1	2	3	4	C	P	L
上节点				√	√	√		
下节点					√			

注：3 为输入寄存器，4 为输出寄存器，常数 C 的范围是 0 ~ 65535。

5. 矩形 PLC 的计数器的应用

例 5-1　加计数器及其应用（见图 5-3）。

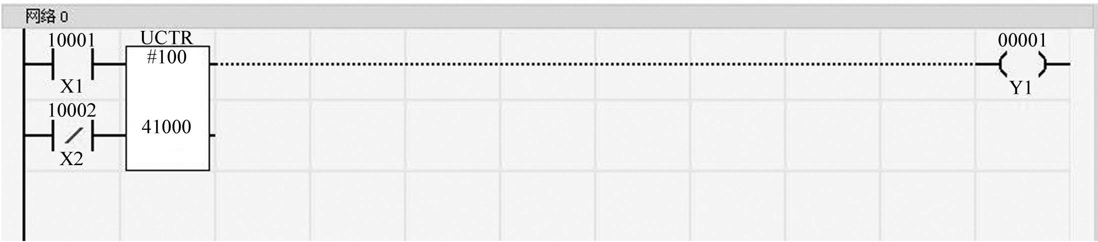


图 5-3　加计数器应用

图 5-3 中，加计数器对来自输入端 X1（10001）的脉冲进行加计数，输入端每输入一个脉冲，加计数器的当前值加 1，加计数的当前值达到设定值 100 时，加计数器的输出端为"ON"，驱动输出元件 Y1（00001）为"ON"。当 X2（10002）为"ON"时，加计数器输入端的常闭点 X2 为"OFF"，加计数器当前值寄存器复位为 0。

例 5-2　减计数器及其应用（见图 5-4）。

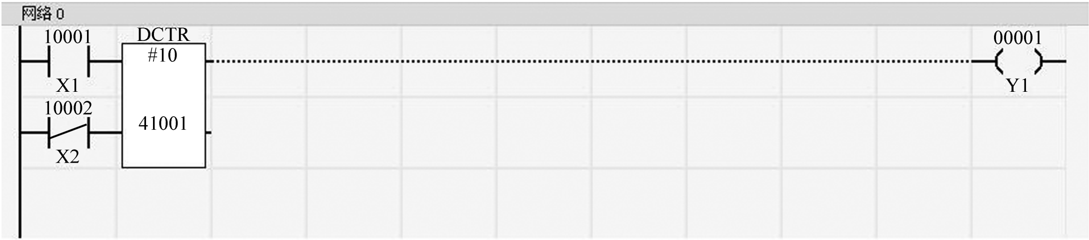


图 5-4　减计数器应用

图 5-4 中，减计数器对来自输入端 X1（10001）的脉冲进行减计数，输入端每输入一个脉冲，减计数器的当前值减 1，减计数的当前值达到设定值 0 时，减计数器的输出端为“ON”，驱动输出元件 Y1（00001）为“ON”。当 X2（10002）为“ON”时，减计数器输入端的常闭点 X2 为“OFF”，减计数器当前值寄存器复位为设定值 10。

例 5-3　用计数器实现 PLC 长时间定时控制。

图 5-5 中，X1 由 OFF 到 ON 时，置位 M100。M100 为 ON 后，T1、T2 组成的方波信号发生器工作，KT1 每秒钟输出一个脉冲。加计数器对脉冲输入 KT1 进行加计数，累计输入脉冲的数量，当加计数当前值达到 60 时，T3 为“ON”，复位计数器，使计数器当前值 41003 为 0，计数器从新开始对 KT1 脉冲计数，循环在 T3 端每 60s 输出一个脉冲。用计数器配合定时器完成了 60s 的长时间定时。

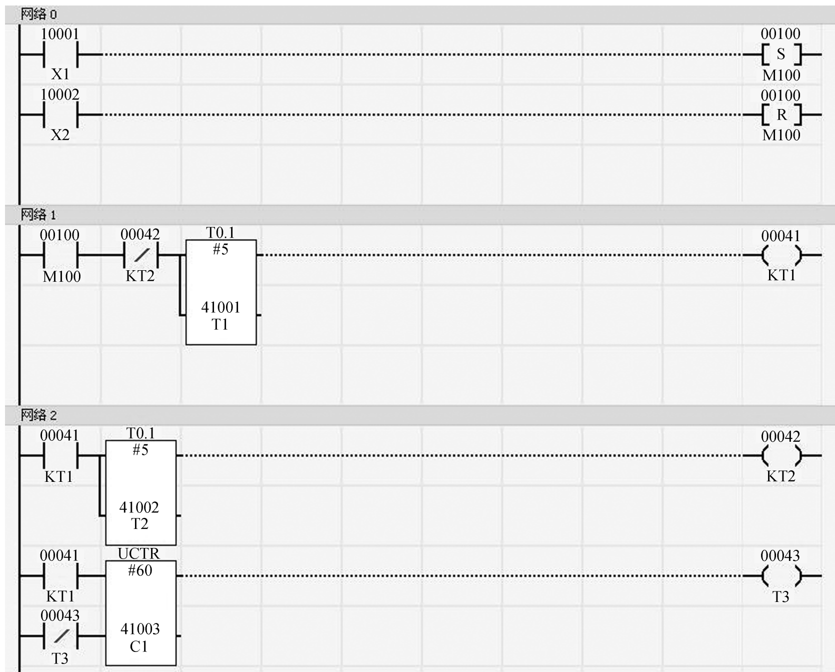


图 5-5　用计数器实现 PLC 长时间定时

5.2　用计数器控制加工平台的循环运动

1. 控制要求

用 PLC 控制加工平台（简称工作台）自动往返运行，工作台前进、后退由电动机通过丝杆拖动。工作台的运行如图 5-6 所示。

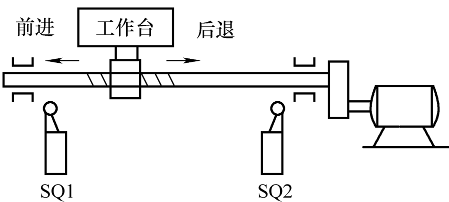


图 5-6　工作台示意图

控制要求：

1）按下正转起动按钮，工作台由正转开始自动循环工作。

2）按下反转起动按钮，工作台由反转开始自动循环工作。

3）按下停止按钮，工作台停止。

4）循环工作模式时，正转启动后，工作台前进到 SQ1 处，停止前进，暂停 T1 秒，反转后退，工作台后退到 SQ2 处，停止后退，暂停 T2 秒，进入下一次循环。若是反转启动，工作台先后退，再前进，进入下一次循环。

5）点动开关闭合时，具有点动控制功能（供调试用）

6）单次运行开关闭合时，单次往返工作。

7）点动开关、单次开关断开时，按下启动按钮后循环运行 6 次后停止。

2. 控制分析

1）工作台的前进、后退可以由电动机正反转控制程序实现。

2）自动循环可以通过行程开关、定时器在电动机正反转的基础上的联锁控制实现，即在正转结束位置，通过该位置上的行程开关切断正转程序的执行，延时后，起动反转控制程序。在反转结束位置，通过该位置上的行程开关切断反转程序的执行，延时后起动正转控制程序。

3）点动控制通过解锁自锁环节来实现。

4）单次往返通过解锁自动往返控制实现。

5）循环 6 次运行通过计数器指令计数运行次数，从而决定是否终止程序的运行。

3. 用 PLC 的计数器控制加工平台的循环运动

（1）PLC 输入、输出分配（见表 5-2）

表 5-2　PLC 输入、输出分配

输　入			输　出		
代　号	地　址	注　释	代　号	地　址	注　释
SB1	10001	X1	KM1	000001	Y1
SB2	10002	X2	KM2	000002	Y2
SB3	10003	X3			
SQ1	10004	X4			
SQ2	10005	X5			
FR1	10006	X6			
K1	10007	X7			
K2	10008	X8			

元件作用见表 5-3。

表 5-3　元件作用

代　号	地　址	作　用	代　号	地　址	作　用
SB1	10001	正转起动	KM1	000001	前进
SB2	10002	反转起动	KM2	000002	后退
SB3	10003	停止			
SQ1	10004	前进限位			
SQ2	10005	后退限位			
FR1	10006	热继电器			
K1	10007	点动			
K2	10008	单次			

（2）PLC 接线图（见图 5-7）

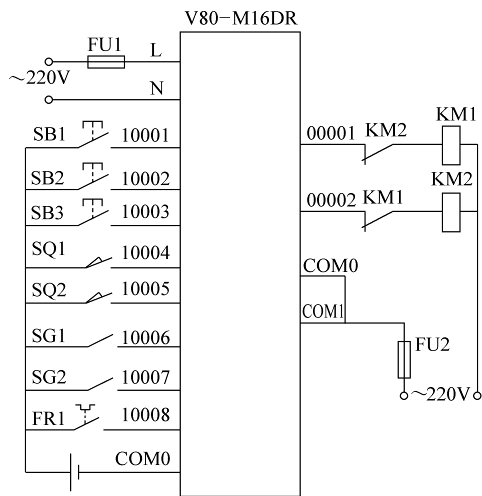


图 5-7　PLC 接线图

（3）设计 PLC 控制程序

1）设计正转控制程序如图 5-8 所示。

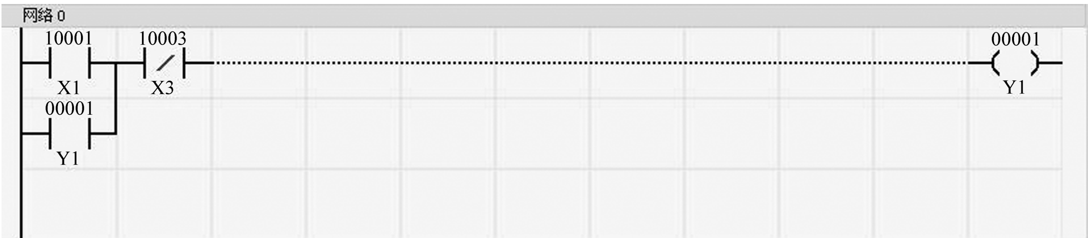


图 5-8　正转控制程序

2）设计反转控制程序如图 5-9 所示。

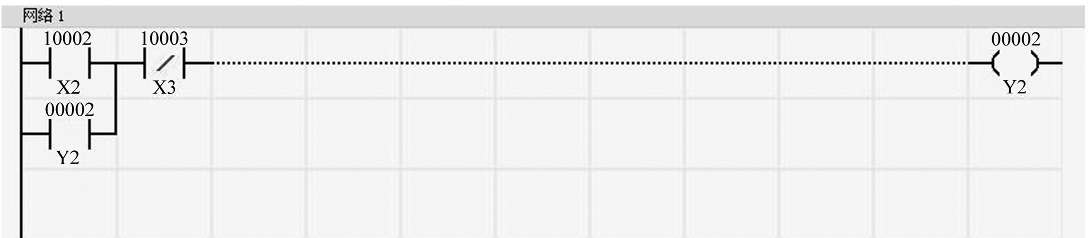


图 5-9　反转控制程序

3）设计增加互锁控制的正反转控制（见图 5-10）。

4）增加行程开关、定时器控制的自动往返功能。

增加行程开关 SQ1、SQ2 和定时器 T1、T2 控制的自动往返功能的程序如图 5-11 所示。

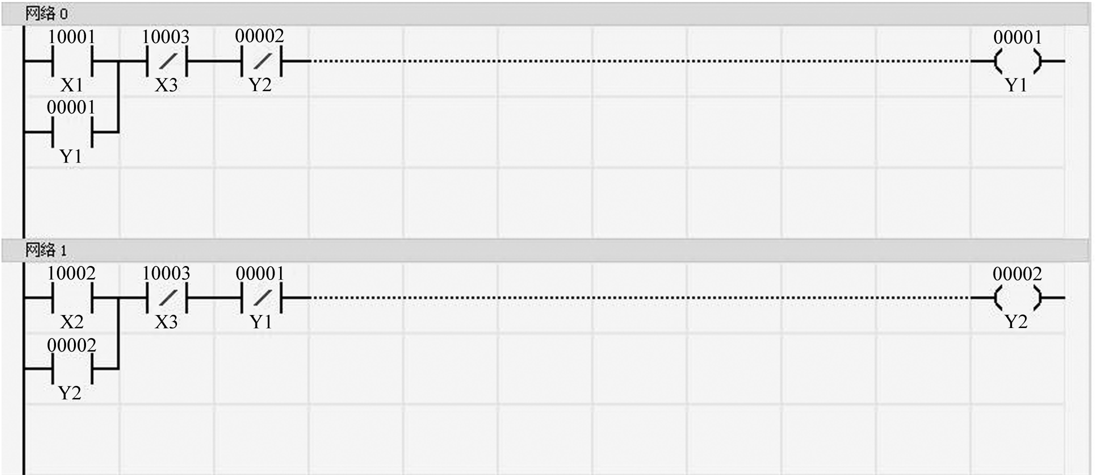


图 5-10　增加互锁的正反转控制程序

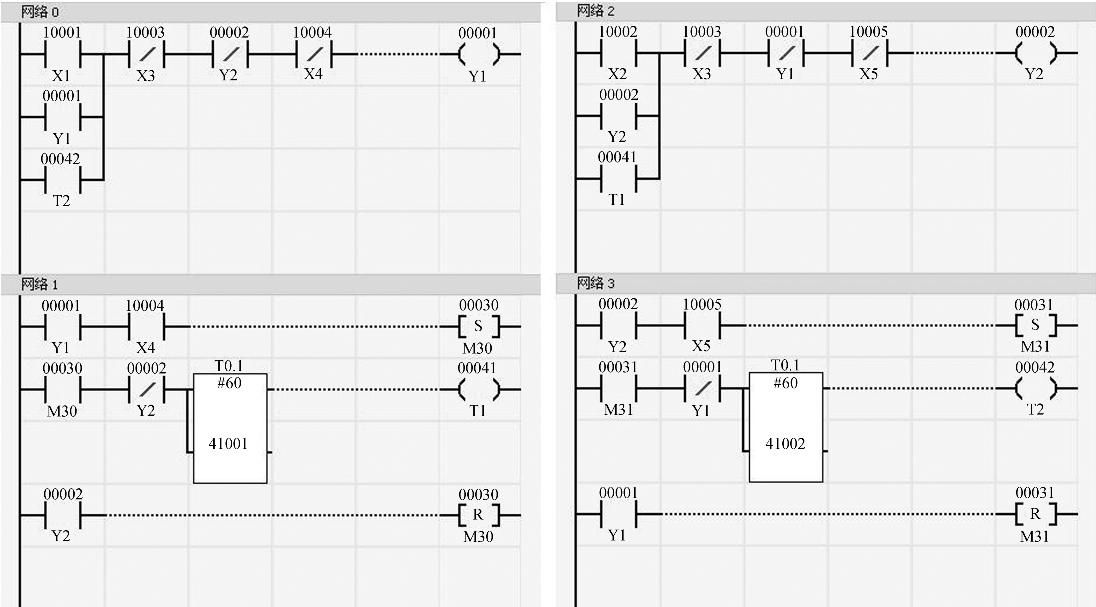


图 5-11　行程开关控制

5）解锁自锁环节，增加点动调试功能

点动/连续控制 X7 为 ON 时，系统处于点动控制状态，在自锁环节中串入 X7 的常闭触点，解锁自锁环节，就增加了点动调试功能，如图 5-12 所示。

6）单次循环控制

单周/多次循环控制 X8 为 ON 时，系统处于单周运行状态，通过解锁循环联锁控制，即在行程开关联锁循环控制环节串入 X8 的常闭触点实现，增加的辅助继电器 M1、M2 保证单次循环控制的实现。单次循环控制梯形图如图 5-13 所示。

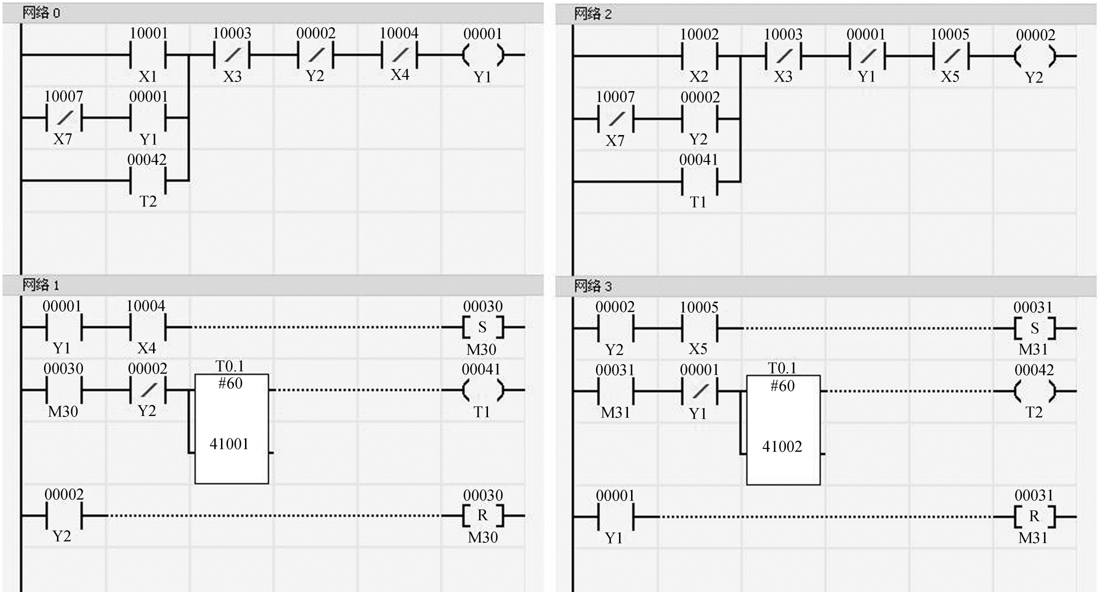


图 5-12　增加点动

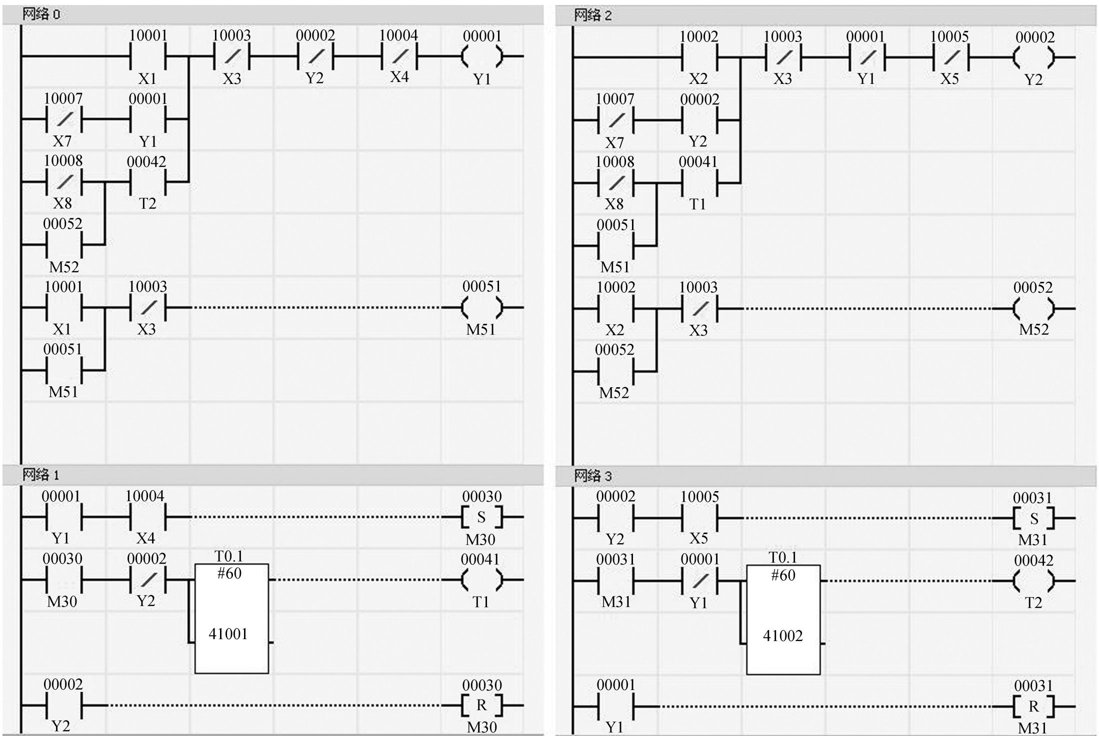


图 5-13　单次循环

7）增加计数控制功能

增加计数控制功能的梯形图如图 5-14 所示。

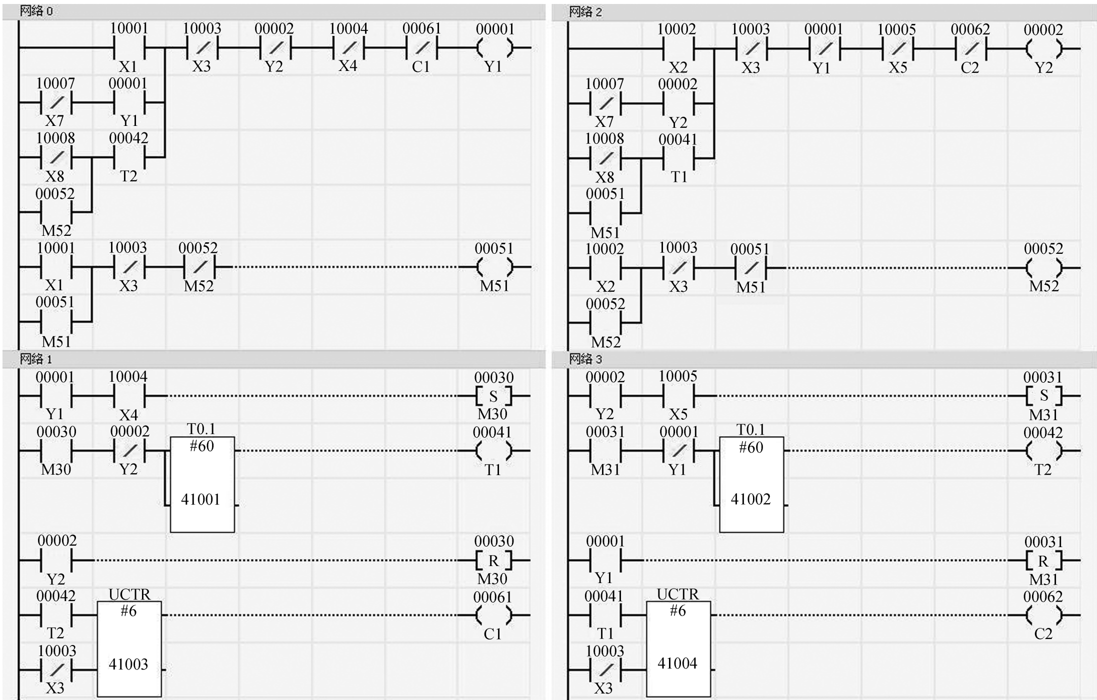


图 5-14　增加计数控制

① 按下前进按钮 SB1，M51 为 ON，记忆正转起动状态，Y1 得电，电动机正转起动运行，驱动工作台前进。

② 碰到行程开关 SQ1，停止正转，工作台停止前移，延时后，T1 起动反转运行，工作台后退。

③ 碰到行程开关 SQ2，停止反转，工作台停止后退，Y2 失电，延时后 T2 触发计数器 C1 计数，C1 当前值加 1，T2 同时触发正转起动运行，工作台再次前进，……，如此循环运行。

④ 将 C1 常闭触点串联到 Y1 控制回路中，C1 当前值等于 6 时，C1 为 ON，串联在 Y1 设计电路的 C1 常闭触点断开，Y1 失电，终止循环运行。

⑤ 按下停止按钮 SB3，M51、M52 为 OFF，C1、C2 完成标志复位，当前值 PV 复位到 0。

⑥ 按下后退按钮 SB2，M52 为 ON，记忆反转起动状态。

⑦ 电动机反转、碰到 SQ2，停止反转、延时 T2 后起动正转。

⑧ 正转到 SQ1，停止正转，延时 T1 后起动反转，C2 加计数。

⑨ 循环 6 次，串联在 Y2 输入电路的 C2 常闭触点断开，Y2 失电，终止循环运行。

⑩ 按下停止按钮 SB3，M51、M52 为 OFF，C1、C2 完成标志复位，当前值 41003、41004 复位到 0。

实训模块 5　矩形 PLC 的计数控制

任务 1　学会用矩形 PLC 的计数器

1. 训练目标

1）能正确输入和传输 PLC 计数器控制程序；

2）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）学会使用普通加计数器

操作步骤如下：

1）启动 VLadder PLC 编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入 PLC 编程界面。

2）移动鼠标在网络 0 的第 1 行、第 1 列处点击，按键盘字母键“A”，弹出 A 指令（常开触点）编辑 1 位逻辑对话框。

3）在编辑 1 位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10001，按“确认”按钮，输入完一个常开触点 10001。

4）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

5）按键盘字母键“F”，弹出图 5-15 所示的“编辑-功能块”对话框。



图 5-15　编辑-功能块

6）如图 5-16 所示，移动鼠标，选择加计数器指令 UCTR，输入预设值常数“#6”，输入计数值寄存器编号“41000”。



图 5-16　输入加计数参数

7）按“确认”按钮，完成输入加计数功能指令的基本操作，结果见图 5-17。

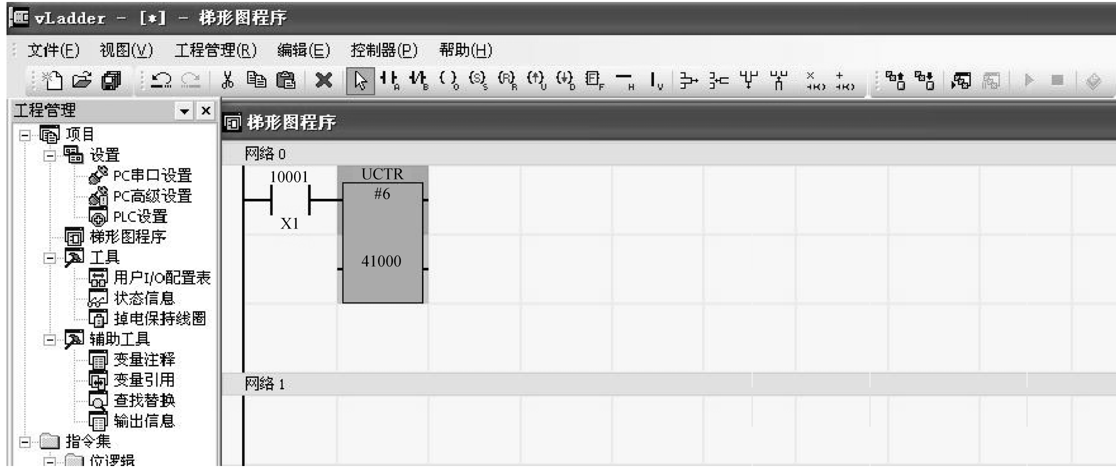


图 5-17　输入加计数指令

8）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

9）按键盘字母键“O”，弹出 O 指令（线圈）编辑 1 位逻辑对话框，在编辑 1 位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址“00031”，按“确认”按钮，完成计数到状态监控元件“00031”的输入。

10）移动鼠标在网络 0 的第 2 行、第 1 列处点击。

11）按键盘字母键“B”，弹出 B 指令（常闭触点）编辑 1 位逻辑对话框，在编辑 1 位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常闭触点软元件地址“10002”，按“确认”按钮，完成计数器复位输入元件的输入。

12）加计数完整程序如图 5-18 所示。

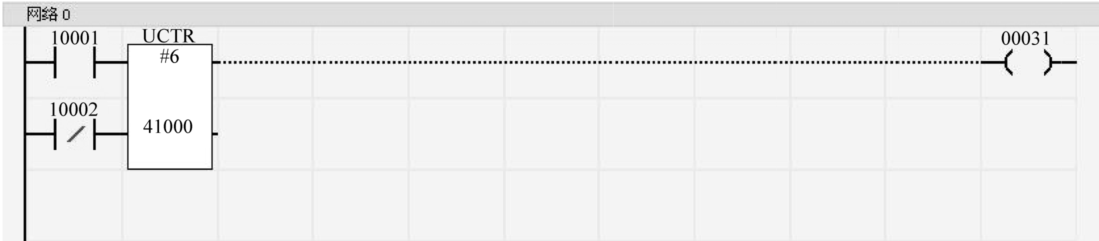


图 5-18　加计数指令程序

13）计算机与 V80 系列 PLC 联机。

14）将图 5-18 的程序下载到 V80 系列 PLC。

15）使 V80 系列 PLC 处于连线监控运行状态。

16）多次强制输入元件“10001”在“OFF”与“ON”状态变化，观察加计数器的当前值寄存器 41000 的变化，观察输出元件“00031”输出状态的变化。

17）强制输入元件“10002”在“OFF”与“ON”状态变化，观察加计数器的当前值寄存器 41000 的变化，观察输出元件“00031”输出状态的变化。

（2）学会使用普通减计数器

操作步骤如下：

1）启动 VLadder PLC 编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入 PLC 编程界面。

2）移动鼠标在网络 0 的第 1 行、第 1 列处点击，按键盘字母键“A”，弹出 A 指令（常开触点）编辑 1 位逻辑对话框。

3）在编辑 1 位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常开触点软元件地址 10001，按“确认”按钮，输入完一个常开触点 10001。

4）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

5）按键盘字母键“F”，弹出“编辑-功能块”对话框。

6）如图 5-19 所示，移动鼠标，选择减计数器指令 DCTR，输入预设值常数“#6”，输入计数值寄存器编号“41001”。



图 5-19　输入减计数参数

7）按“确认”按钮，完成输入减计数功能指令的基本操作，结果见图 5-20。



图 5-20　输入减计数指令

8）按键盘光标右移箭头键“→”，梯形图编辑光标右移 1 位。

9）按键盘字母键“O”，弹出 O 指令（线圈）编辑 1 位逻辑对话框，在编辑 1 位逻辑

对话框中间软元件地址栏，输入线圈软元件地址“00032”，按“确认”按钮，完成计数到状态监控元件“00032”的输入。

10）移动鼠标在网络0的第2行、第1列出点击。

11）按键盘字母键“B”，弹出B指令（常闭触点）编辑1位逻辑对话框，在编辑1位逻辑对话框中间软元件地址栏，输入常闭触点软元件地址“10002”，按“确认”按钮，完成计数器复位输入元件的输入。

12）减计数完整程序如图5-21所示。

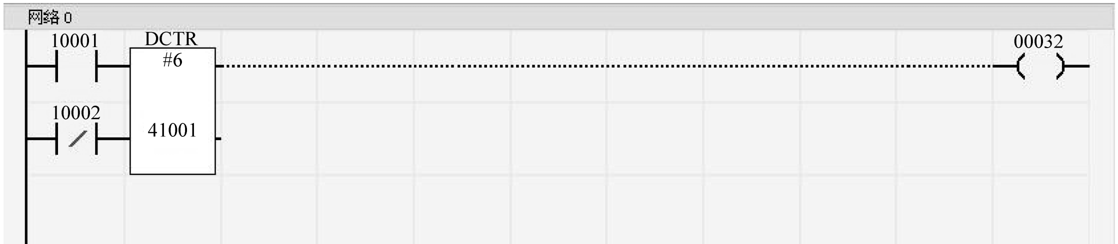


图5-21　减计数指令程序

13）计算机与V80系列PLC联机。

14）将图5-21的程序下载到V80系列PLC。

15）使V80系列PLC处于连线监控运行状态。

16）多次强制输入元件“10001”在“OFF”与“ON”状态变化，观察减计数器的当前值寄存器41001的变化，观察输出元件“00032”输出状态的变化。

17）强制输入元件“10002”在“OFF”与“ON”状态变化，观察加计数器的当前值寄存器41001的变化，观察输出元件“00032”输出状态的变化。

任务2　加工平台的循环计数控制

1. 训练目标

1）能够正确设计工作台循环移动的计数控制的PLC程序。

2）能正确输入和传输PLC控制程序。

3）能够独立完成工作台循环移动的计数控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计PLC程序

1）PLC输入、输出分配见表5-2。

2）其他软元件分配见表5-4。

表5-4　其他软元件分配

元件名称	软元件地址	注　释	作　用
辅助继电器1	00051	M51	正转起动
辅助继电器2	00052	M52	反转起动
定时器1	00041	T1	定时

（续）

元 件 名 称	软元件地址	注　　释	作　　用
定时器 2	00042	T2	定时
计数器 1	00061	C1	计数
计数器 2	00062	C2	计数

3）设计正转控制程序。

4）设计反转控制程序。

5）设计带互锁正反转控制程序。

6）设计增加点动控制功能的正反转控制程序。

7）设计增加单次运行控制功能的正反转控制程序。

8）设计正反转辅助记忆程序。

9）设计带计数控制的正反转控制程序。

10）增加过载保护功能。

（2）输入 PLC 程序

1）起动 VLadder PLC 编程软件，点击执行“文件”菜单下的“新建”命令，进入 PLC 编程界面。

2）输入正转控制程序。

3）输入反转控制程序。

4）输入带互锁正反转控制程序。

5）输入增加点动控制功能的正反转控制程序。

6）输入增加单次运行控制功能的正反转控制程序。

7）输入正反转辅助记忆程序。

8）输入带计数控制的正反转控制程序。

9）在正、反转梯形图中串入一个常闭触点 X6（10006），增加过载保护功能。

（3）系统安装与调试

1）PLC 按图 5-7 所示的 PLC 接线图接线。

2）将 PLC 程序下载到 PLC。

3）使 PLC 处于连线运行状态。

4）接通 X7 输入端开关 K1，X7 常闭触点断开，系统处于点动调试状态。

5）按下前进控制按钮 SB1，点动控制电动机正转，使工作台点动前进，并注意观察输出端 Y1 的状态变化。

6）按下后退控制按钮 SB2，点动控制电动机反转，使工作台点动后退，并注意观察输出端 Y2 的状态变化。

7）断开 X7 输入端开关 K1，X7 常闭触点接通，系统处于连续运行状态。

8）按下前进控制按钮 SB1，电动机正转连续运行，使工作台前进，并注意观察输出端 Y1 的状态变化。

9）工作台前进运行到左边极限位，碰到限位开关 SQ1，终止电动机的正转，延时 T1 后使电动机反转运行。

10）工作台后退到右边极限位，碰到限位开关 SQ2，终止电动机的反转，延时 T2 后使电动机正转运行。

11）按下停止按钮，电动机停止。

12）接通 X8 输入端开关 K2，X8 常闭触点断开，解锁自动往返控制环节。

13）按下前进起动按钮 SB1，电动机正转前进。

14）前进到左极限位，限位开关 SQ2 终止正转，延时 T1 后使电动机反转，工作台后退。

15）后退到 SQ2 处，碰到右限位开关 SQ2，终止反转，并停止运行。

16）断开 X8 输入端开关 K2，X8 常闭触点接通，系统处于多次循环运行状态。

17）按下前进控制按钮 SB1，观察工作台的运行状态，观察计数器 C1 当前值的变化，观察工作台往返运行 6 次后是否停止，观察工作台的位置。

18）按下停止按钮，观察计数器 C1、C2 当前值的变化。

19）按下后退控制按钮 SB2，观察工作台的运行状态，观察计数器 C2 当前值的变化，观察工作台往返运行 6 次后是否停止，观察工作台的位置。

20）按下停止按钮 SB3，观察计数器 C1、C2 当前值的变化。

习　题　5

1. 用矩形 PLC 的定时器、计数器设计 60s 脉冲发生器。
2. 用矩形 PLC 的定时器、计数器设计 24h 计时器，要求计时小时、分钟、秒钟。

第 6 章　矩形 PLC 的步进顺序控制

6.1　步进顺序控制

步进顺序控制思维

(1) 步进顺序控制生产的特点

按生产工艺要求，在输入信号的作用下，随生产的状态和时间顺序，一步接一步有序地控制生产过程，称为步进顺序控制生产。在实现步进顺序控制的设备中，输入信号来自于现场的按钮开关、行程开关、接触器触点、传感器的开关信号等，输出控制的负载一般是接触器、电磁阀等。通过接触器控制电动机动作或通过电磁阀控制气动、液动装置动作，使生产机械有序地工作。步进顺序控制中，生产过程或生产机械是按秩序、有步骤连续地工作。

通常，我们可以把一个较复杂的生产过程分解为若干步，每一步对应生产过程的一个控制工序（子任务），也称为一个步进状态。

图 6-1 为Y—△减压起动控制的工作流程，系统处于初始静止状态时，按下起动按钮，系统转入第一步——星形减压起动状态，延时一段时间转入第二步——三角形运行状态，按下停止按钮，系统回到初始状态。

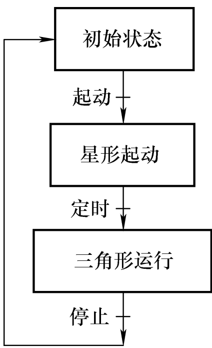


图 6-1　Y—△减压起动控制的工作流程

从图 6-1 可以看到，每个方框表示一步工序，方框之间用带箭头的直线相连，箭头方向表示工序转移方向。按生产工艺过程，将转移条件写在直线旁边，转移条件满足，进入下一步工序，结束上一步工序。方框描述了该工序应该完成的控制任务。

由以上分析可知步进顺序控制具有以下特点：

1）简化复杂控制过程。步进顺序控制可以将复杂的顺序控制任务或过程分解为若干个工序（或状态），有利于程序的结构化设计。分解后的每步工序（或状态）都应分配一个状态控制元件，确保顺序控制按要求顺序进行。

2）易于完成分部控制。相对于某个具体的工序来说，控制任务实现了简化，分部控制程序编制便捷。每步工序（或状态）都有驱动负载能力，能使输出执行元件动作。

3）整体程序是各个分部程序的综合。每步工序（或状态）在转移条件满足时，都会转移到下一步工序，并结束上一步工序。只要清楚各工序成立的条件、转移的条件和转移的方向，就可以进行步进顺序控制程序的设计。

根据步进控制生产的有序步进的特点，步进顺序控制程序的有序设计思维是：先将复杂的生产控制分解为若干步，分析解决各步的控制、转移条件、转移目标，再按生产工艺过程要求画出步进状态转移图，根据步进状态转移图，写出步进控制程序。

（2）状态转移图

任何一个顺序控制任务或过程可以分解为若干个工序，每个工序就是控制过程的一个状态，将图 6-1 中的工序更换为“状态”，就得到了顺序控制的状态转移图。状态转移图就使用状态来描述控制任务或过程的流程图。

在状态转移图中，一个完整的状态，应包括状态的控制元件、状态所驱动的负载、转移条件和转移方向。图 6-2 所示为状态转移图中的一个完整的状态。方框表示一个状态，框内用状态元件标明该状态名称，状态之间用带箭头的线段连接，线段上的垂直短线及旁边标注为状态转移条件，方框右边为该状态的驱动输出。图 6-2 中，当辅助继电器 M10 为 ON 时，步进顺序控制进入 M10 状态。输出继电器 Y1 被驱动，通过置位指令使 Y2 置位并自锁。当转移条件 X12 的常开触点闭合时，顺序控制转移到下一个状态 M11。M10 自动复位断开，该状态下的动作停止，驱动的元件 Y1 复位，置位指令驱动的元件 Y2 仍保持接通。

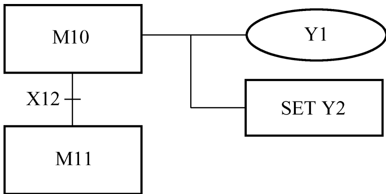


图 6-2　状态转移图

设 M10 的前一状态是 M0，图 6-2 所示状态转移图对应的梯形图如图 6-3 所示。

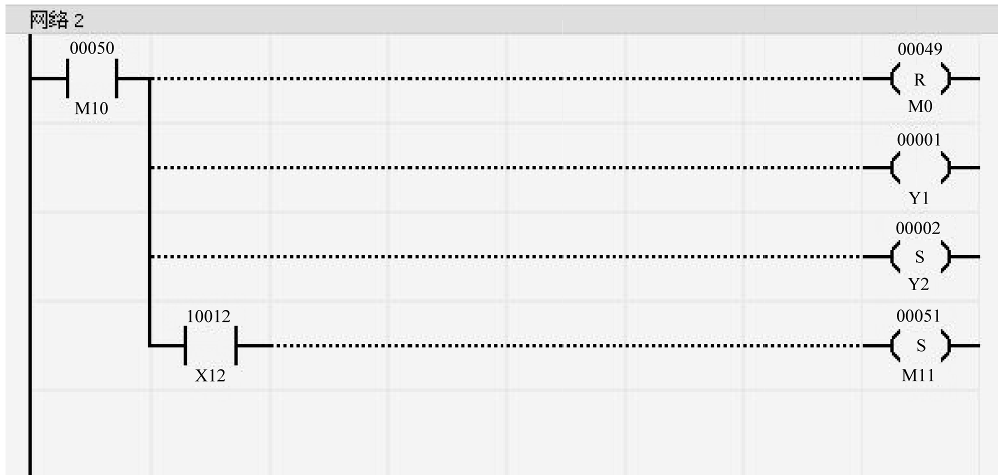


图 6-3　与状态转移图对应的梯形图

状态 M10 激活后，首先复位前一状态，接着完成状态的驱动任务，最后编制状态转移程序，根据转移条件，通过置位指令向下一个状态转移。

Y—△减压起动控制的状态转移图如图 6-4 所示。

初始状态是状态转移的起点，也就是预备阶段。一个完整的状态转移图必须要有初始状态。图 6-4 中，M0 是初始状态，用双线框表示。其他的状态用单线框表示。

状态图中，输入、输出信号都是可编程序控制器的输入、输出继电器的动作，因此，画状态图前，应根据控制系统的需要，分配 PLC 的输入、输出点。

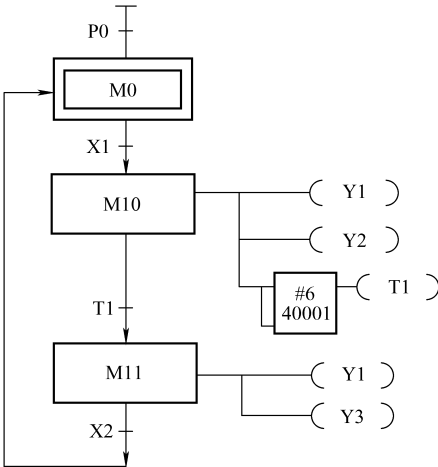


图 6-4　Y—△减压起动控制的状态转移图

Y—△减压起动控制的输入、输出分配见表 6-1。

表 6-1　PLC 输入、输出分配

输入			输出		
元件	地址	注释	元件	地址	注释
SB1	10001	X1	KM1	00001	Y1
SB2	10002	X2	KM2	00002	Y2
			KM3	00003	Y3

其他软元件分配见表 6-2。

表 6-2　其他软元件分配

元件名称	软元件地址	注释	作用
定时器	00030	T1	定时
状态 0	00049	M0	初始状态
状态 1	00050	M10	星形运行状态
状态 2	00051	M11	三角运行状态

根据上述输入、输出点的定义，对图 6-4 说明如下：

利用 PLC 初始化脉冲 09925，进入初始状态 M0。按下起动按钮 X1，进入星形起动状态 M10，驱动主控接触器 Y1、星形运行接触器 Y2，使电动机线圈接成星形起动运行，同时驱动定时器 T1 定时 6s。定时时间到，T1 动作，进入三角形运行状态 M11，M10 自动复位，驱动主控接触器 Y1、三角形运行接触器 Y3，使电动机线圈接成三角形运行。按下停止按钮，系统回到初始状态 M0。

6.2　用辅助继电器实现步进顺序控制

步进顺序控制程序有三种设计方法：辅助继电器步进程序设计法、置位、复位继电器设计法和顺序功能指令步进程序设计法。三种设计法只是采用不同的形式实现步进状态转移图的控制功能。

辅助继电器步进程序设计法是一种系统化的简易设计方法，它简单易学，设计周期短、规律性强、易于掌握，并且适用于各种类型的 PLC，是一种较好的设计方法。

1. 辅助继电器步进程序设计法的具体步骤

1）分析工作流程。仔细分析控制要求，将每一个控制要求细化为若干个独立的不可再分的状态，按照动作的先后顺序，将状态一一串在一起，形成工作流程。

2）画出状态转移图。每个状态使用一个辅助继电器作为状态元件，确定状态的驱动任务、转移条件、转移目标。

3）程序的结构分为辅助继电器控制部分和结果输出两部分，辅助继电器部分控制状态的顺序，结果输出由相应状态的辅助继电器驱动输出继电器组成。

辅助继电器步进程序设计法的优点：

① 系统化设计，工艺步进流程清晰、明确。

② 结构化设计，将梯形图分为辅助继电器状态控制和结果输出两部分，结构层次分明，

可读性好。

③ 每个状态的梯形图相似，便于检查、修改和调试。

④ 简单易学，设计时间短，实用性强。

2. 辅助继电器步进程序设计法的应用

辅助继电器控制工序部分依据起停控制函数设计。

根据Y—△减压起动控制的状态转移图，找出状态继电器控制进入、退出条件，写出状态继电器的控制函数表达式。

状态 M0 的进入条件是初始化脉冲 09925 或在状态 M11 时按下停止按钮，退出条件是 M10 被激活。

状态 M10 的进入条件是在状态 M0 时按下起动按钮，退出条件是 M11 被激活。

状态 M11 的进入条件是在状态 M10 时 T1 定时时间到，退出条件是 M0 被激活。

根据Y—△减压起动控制的状态转移图写出状态继电器逻辑控制函数：

$$M0 = (P0 + M0 + M11 \cdot X2) \cdot \overline{M10}$$

$$M10 = (M0 \cdot X1 + M10) \cdot \overline{M11}$$

$$M11 = (M10 \cdot T1 + M11) \cdot \overline{M0}$$

输出逻辑控制函数：

$$Y1 = M10 + M11$$

$$Y2 = M10 \cdot \overline{Y3}$$

$$Y3 = M11 \cdot \overline{Y2}$$

$$I1 = M10$$

根据上述控制函数编写的使用辅助继电器的步进控制梯形图程序如图 6-5 所示。

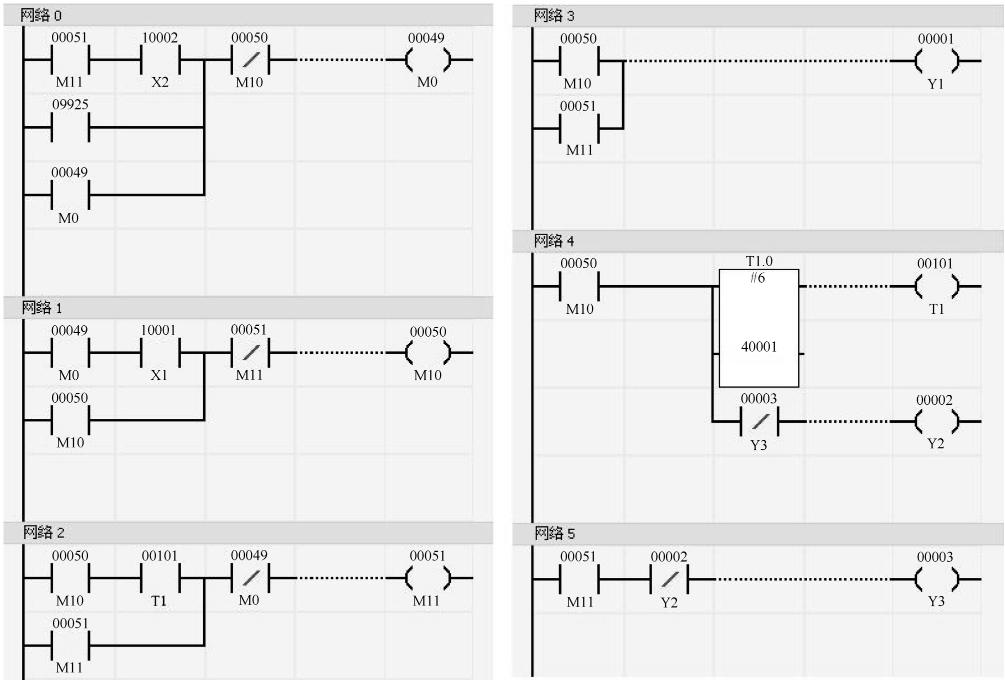


图 6-5　使用辅助继电器的步进控制

6.3　用置位、复位指令实现步进顺序控制

置位、复位状态继电器步进程序设计法是一种使用置位、复位指令的系统化的简易设计方法，它简单易学，设计周期短，规律性强，易于掌握，并且适用于各种类型的 PLC，是一种较好的设计方法。

1. 置位、复位状态继电器步进程序设计法的具体步骤

1）分析工作流程。仔细分析控制要求，将每一个控制要求细化为若干个独立的不可再分的状态，按照动作的先后顺序，将状态一一串在一起，形成工作流程。

2）画出状态转移图。每个状态使用一个状态继电器作为状态元件，确定状态的驱动任务、转移条件、转移目标。

3）程序的结构分为置位、复位状态继电器控制部分和结果输出两部分，置位、复位状态继电器部分控制状态的执行顺序，结果输出由相应状态继电器驱动输出继电器组成。

置位、复位状态继电器步进程序设计法的优点：

① 系统化设计，工艺步进流程清晰、明确。

② 结构化设计，将梯形图分为置位、复位状态继电器状态控制和结果输出两部分，结构层次分明，可读性好。

③ 每个状态的梯形图相似，便于检查、修改和调试。

④ 简单易学，设计时间短，实用性强。

2. 置位、复位状态继电器步进程序设计法的应用

（1）用置位、复位指令实现的状态转移控制

置位、复位状态继电器控制工序部分依靠置位、复位指令实现。

进入状态、状态转移使用置位指令，退出状态使用复位指令。

用置位、复位指令实现的状态转移控制的三步操作是：

1）应用复位指令复位上一步状态。

2）应用输出驱动指令驱动输出。

3）转移条件满足时，应用置位指令转移到下一步。

如图 6-6 所示，进入状态 S11 时，首先使用复位指令复位上一步状态 S10。接着执行驱动输出指令复位 Y3，执行定时器指令 T1 定时 2s。T1 定时时间到，使用置位指令置位下一步状态，完成状态转移。

（2）避免双线圈输出

为了避免双线圈驱动，在步进控制程序中将多个状态要驱动输出的点放到步进控制程序之外，通过状态继电器驱动步进控制程序外的输出点。如图 6-7 所示，在状态 S10、S14 状态下驱动输出 Y2 程序，放到步进控制外，由状态继电器 S10、S14 并联驱动。也可以在状态 S10 中驱动辅助继电器 A，在状态 S14 中驱动辅助继电器 B，在步进控制外，通过辅助继电器 A、B 的触点并联驱动输出点 Y5。

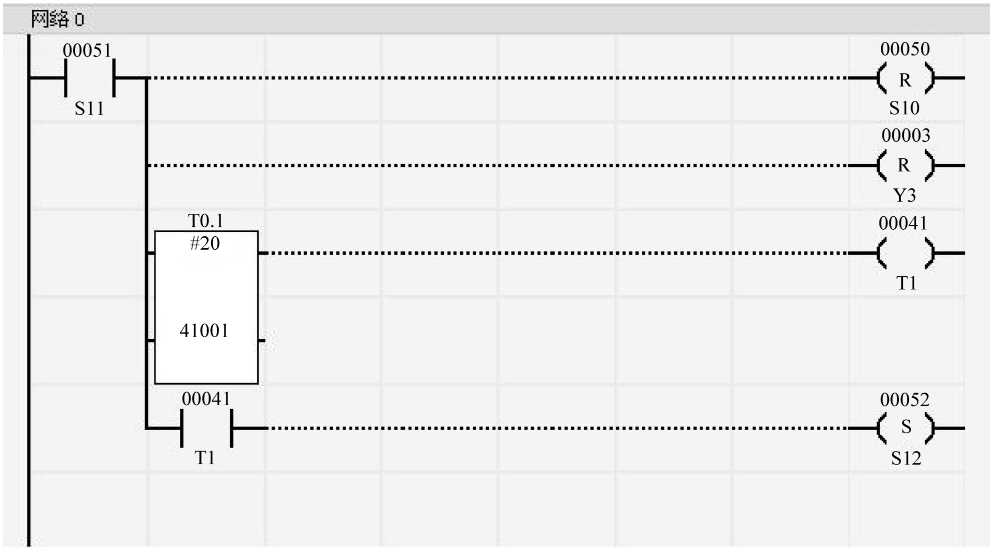


图 6-6　使用置位、复位指令的步进控制

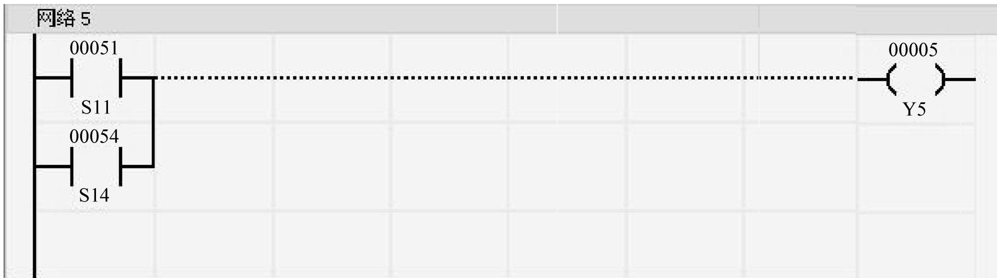


图 6-7　避免双线圈驱动

（3）用置位、复位状态继电器步进程序设计法实现Y—△减压起动控制

1）PLC 的 I/O 分配见表 6-1。

2）状态元件及其他软元件分配见表 6-3。

表 6-3　状态元件及其他软元件分配

元 件 名 称	软元件地址	注　释	作　用
定时器	00030	T1	定时
状态 0	00049	S0	初始状态
状态 10	00050	S10	星形运行状态
状态 11	00051	S11	三角运行状态

3）使用状态元件表示的Y—△减压起动的状态转移图如图 6-8 所示。

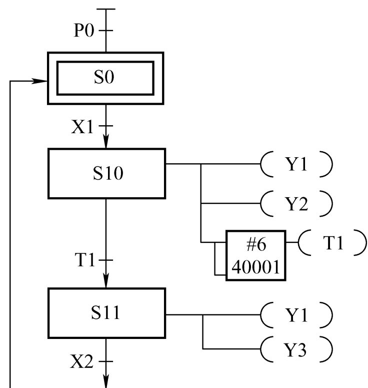


图 6-8　Y—△减压起动的状态转移图

4）用置位、复位指令实现Y—△减压起动的状态转移图的步进控制的程序，如图 6-9 所示。

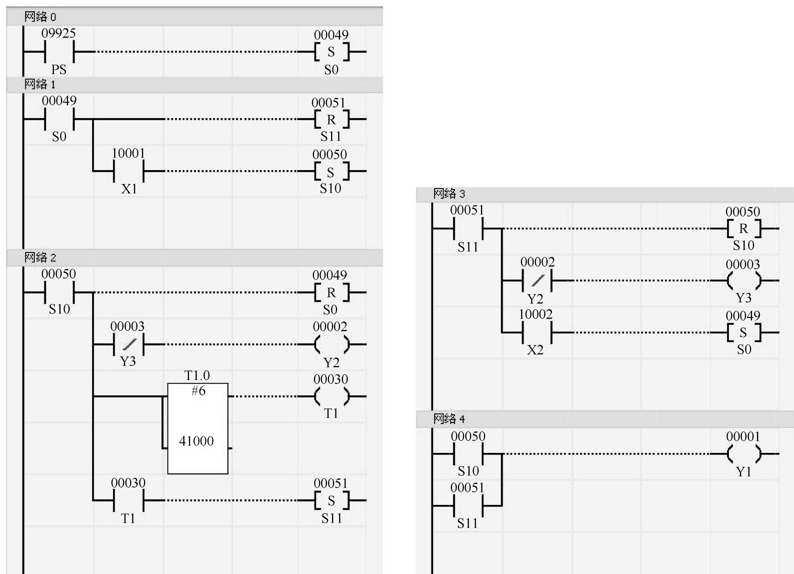


图 6-9　用置位、复位指令实现Y—△减压起动

通过初始化脉冲置位 S0，进入 S0 状态。

进入状态 S0 后，按下起动按钮，X1 为“ON”，转移进入星形起动状态 S10。

进入 S10 后，复位 S0，驱动 Y1、Y2 和定时器 T1，电动机接成星形结构形式，进入星形起动状态，T1 定时时间到，转移进入三角形运行 S11 状态。

进入三角形运行 S11 状态，复位 S10，驱动 Y1、Y3，电动机接成三角形结构形式，进入三角形运行状态。按下停止按钮，X2 为“ON”，转移进入初始状态 S0。

为了避免双线圈输出，在网络 4，S10、S11 触点并联后驱动 Y1。

6.4　用模拟转鼓指令实现步进顺序控制

1. 矩形 PLC 的功能指令

V80 系列 PLC 除了基本指令外，还有许多功能指令（Functional Instruction）或称为应用

指令（Applied Instruction）。V80 系列的功能指令可分为基本、数学运算、表格、逻辑运算、数组的位操作、数值转换、流程控制、其他等 8 类应用指令。

如图 6-10 所示，V80 系列 PLC 的应用指令在构成上分为输入控制、指令名称、操作数、功能输出四个部分。

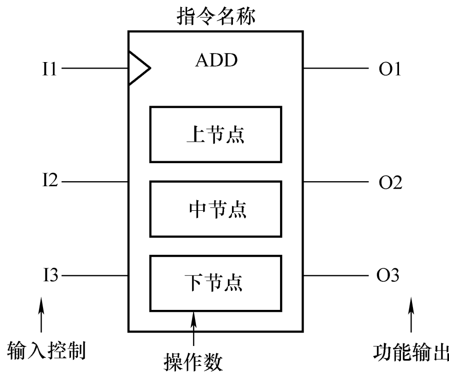


图 6-10　功能指令

（1）输入控制

V80 系列 PLC 的应用指令，最少要有一个输入用来控制应用指令的执行与否（EN）；应用指令最多有 3 个输入控制，其余两个输入用来控制应用指令不同的作业模式。

功能块的第一个输入控制 EN 可以选择是否触发有效，如果选择非触发有效，则当 EN 输入 ON 时，功能块每一个扫描周期都将执行一次；如果选择触发有效，则当 EN 端出现一个上升沿的脉冲时，功能块将执行一次。

（2）指令名称

指令名称为一英文缩写，透过此一部分可让用户轻易地了解应用指令的主要功能（2 ~4 英文字符）。

（3）操作数

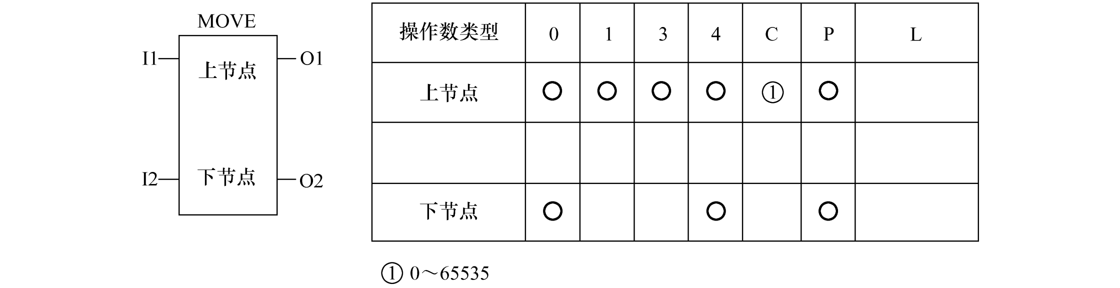
操作数是应用指令运算时的参数。可分为输入参数的源操作数（Source）和用来储存运算结果的目的操作数（Destination）两大类。

（4）功能输出

功能输出为应用指令运算结果或是状态的输出，如同输入控制一样。当梯形图程序的应用指令在执行时，每一个功能输出的状态（ON/OFF）都有其各自的意义，具体的说明见 V80 软件说明书。有一部分功能块的 O1 = I1，对于这一类功能块，可以把多个功能块级联起来，如 MOVE 功能块。而另一部分功能块的 O1 是功能输出线，比方说比较功能块等。

2. 寄存器赋值

（1）寄存器赋值指令符号及操作数（见图 6-11）



操作数类型	0	1	3	4	C	P	L
上节点	○	○	○	○	①	○	
下节点	○			○		○	

① 0～65535

图 6-11　MOVE 指令

MOVE 指令的操作数：

上节点的源操作数可以使用输出位组合寄存器（0xxxx，每 16 个连续的输出位元件组合成一个寄存器，其表示为 16N + 1。如 00001、00017、00033 等）、输入位组合寄存器（1xxxx，每 16 个连续的输入位元件组合成一个寄存器，其表示为 10000 + 16N + 1。如

10001、10017、10033 等)、输入寄存器（3xxxx)、输出寄存器（4xxxx)、常数 C（十进制常数#0000～9999，十六进制常数 0000H～FFFFH)、P 指针（P0～P15，主要作为间接寻址的功能，指针可以指向 0、1、3、4 类的变量作为间接寻址的操作数。如 P00001)。

下节点的目的操作数可以使用输出位组合寄存器（0xxxx，每 16 个连续的输出位元件组合成一个寄存器，其表示为 $16N+1$。如 00001、00017、00033 等)、输出寄存器（4xxxx)、P 指针（P0～P15，主要作为间接寻址的功能，指针可以指向 0、1、3、4 类的变量作为间接寻址的操作数。如 P00001)。

（2）MOVE 指令功能

在 MOVE 指令的输入条件满足时，MOVE 指令用于给寄存器赋值、传送数据，MOVE 指令是功能指令中应用最多的指令之一。

（3）MOVE 指令的输入、输出

1）输入

输入为 I1，用于输入控制，两种形式，连续执行形式、脉冲执行形式。

连续执行形式的 MOVE 指令，当输入为“ON”，每周期执行一次 MOVE 指令。

脉冲执行形式的 MOVE 指令，在输入条件由“OFF”变为“ON”的上升沿时执行一次。

2）输出

输出端为 O1、O2。

O1＝I1，便于实现多个 MOVE 指令的级联赋值控制。O2＝0。

（4）MOVE 指令的应用

1）字到位的赋值如图 6-12 所示。

当 X1 为“ON”时，将字元件 41000 的数据赋值给位组合元件 00001。

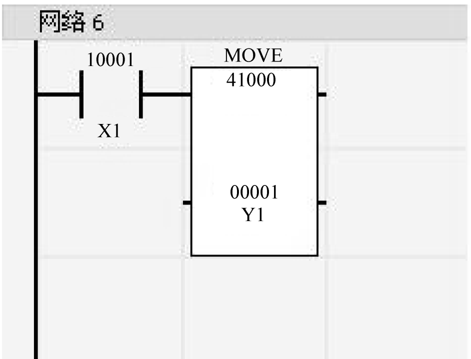


图 6-12　字到位的赋值

2）变量初始化（见图 6-13）

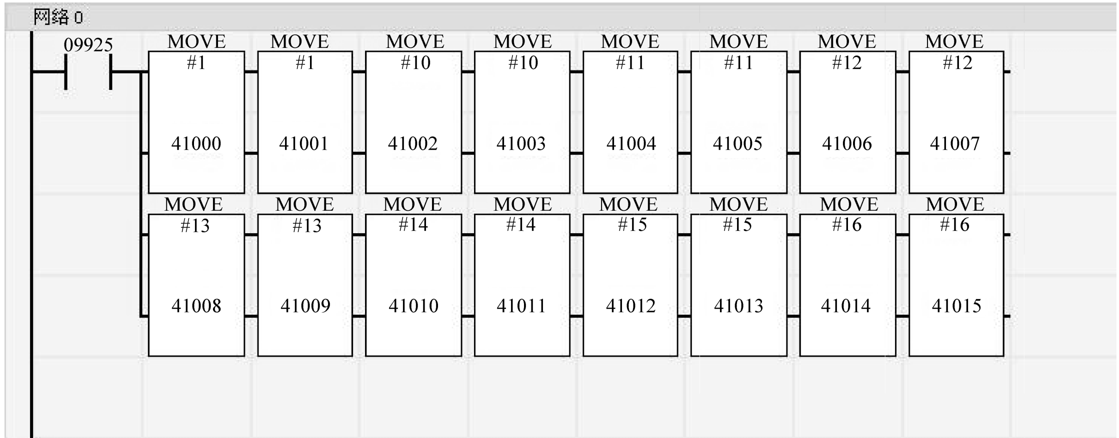
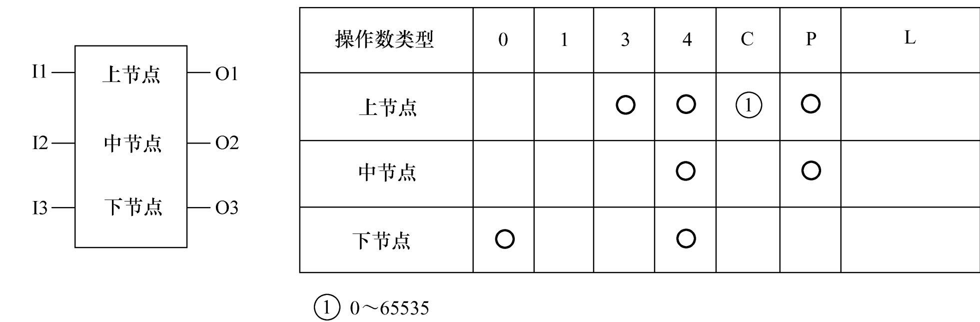


图 6-13　变量初始化

上电初始化时，09925 为“ON”，将初始化数据分别赋值给寄存器 41001～41015。

3. 轮鼓模拟器 CAM

（1）轮鼓模拟器 CAM 指令符号和操作数（见图 6-14）



操作数类型	0	1	3	4	C	P	L
上节点			○	○	①	○	
中节点				○		○	
下节点	○			○			

① 0～65535

图 6-14　CAM 指令

（2）CAM 指令功能

轮鼓模拟器指令类似一 16 个触点的步进开关，这些触点的 ON/OFF 状态是依据来源寄存器与 16 对目的寄存器的值做比较。如果来源寄存器的值在目的寄存器对的范围内，则下节点的对应的位便会为 ON。

在控制动作方面，外部信号可控制本指令的动作与否。

指令输出方面可以表示指令执行状态。

（3）CAM 指令的操作数

上节点：比较基准寄存器。

中节点：共占用 32 个字，总计 16 组比较寄存器。

下节点：存放 16 组比较结果。

（4）CAM 指令的输入、输出

1）输入控制：I1 为 CAM 指令的动作控制端，输入动作控制分为连续、脉冲执行两类。

2）功能输出：CAM 指令有三个输出端，分别是 O1、O2、O3。

O1 = I1

O2 = 0

O3 = 0

（5）CAM 指令的应用

CAM 指令的应用如图 6-15 所示。

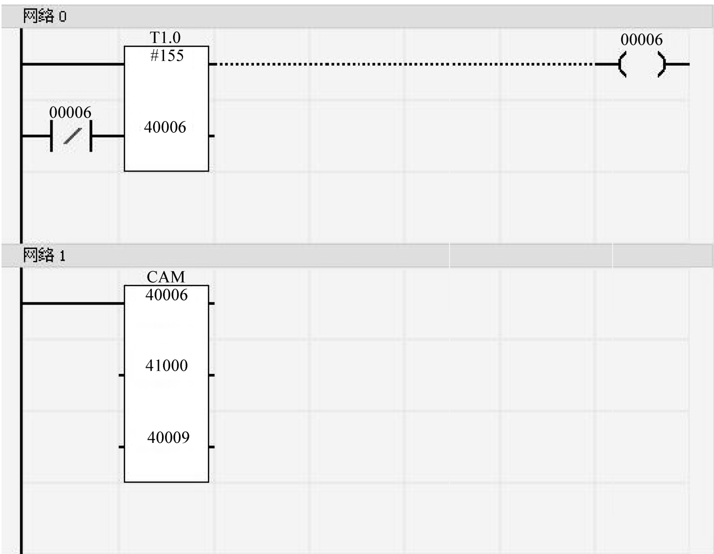


图 6-15　CAM 指令应用

CAM 指令的输入数值为计时寄存器 40006 的值，故由 0 ~ 155反复循环。此输入值与 CAM 的表比较，因表内的值各差 5，故 CAM 控制的寄存器 40009 输出的每一位输出为 ON

5s 后向左移一位。如此周而复始形同一轮鼓开关（见图 6-16 所示）。

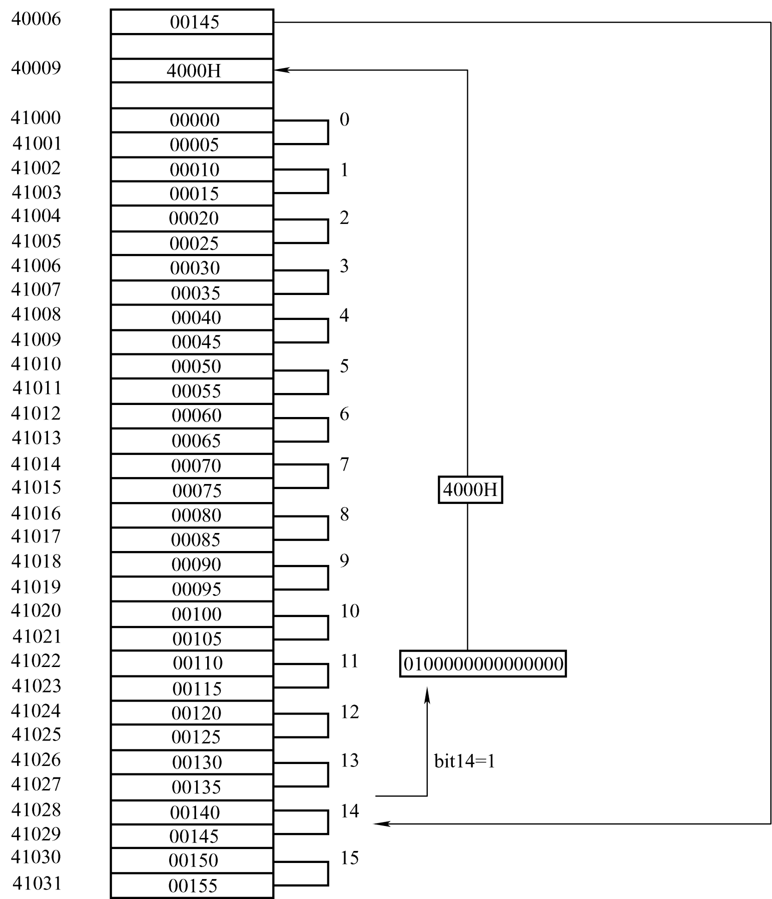
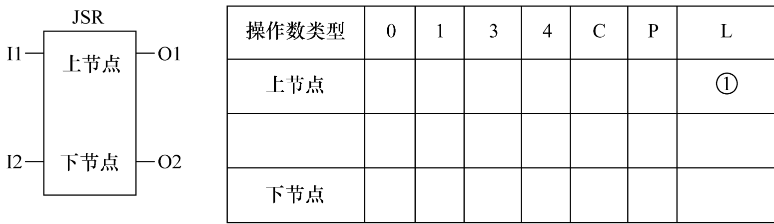


图 6-16　CAM 指令动作说明

4. 子程序控制

（1）调用子程序

1）调用子程序 JSR 指令符号与操作数如图 6-17 所示。



操作数类型	0	1	3	4	C	P	L
上节点							①
下节点							

①：L1～L32

图 6-17　调用子程序 JSR 指令

调用子程序 JSR 将调用与上节点值相同的 SBR 指令所定义的子程序，子程序可以允许调用子程序，但最多仅允许 16 层的嵌套（nested）调用。在控制动作方面，外部信号可控制指令的执行。指令输出方面可以表示指令是否执行。

上节点：子程序的标签名（label）

2）指令的输入、输出。

• 指令的输入。

I1：动作控制。输入为“ON”或在输入的上升沿时，若符合以下条件时则执行子过程调用，上节点值相同的 SBR 指令和 RET 指令皆存在，SBR 指令位于 JSR 指令之后，RET 指令位于 SBR 指令之后。

• 指令的输出。

O1 = I1

O2 = 0

（2）子程序定义

子程序定义 SBR 指令的符号与操作数如图 6-18 所示。



操作数类型	0	1	3	4	C	P	L
上节点							①
下节点							

①：L1～L32

图 6-18　子程序定义 SBR 指令

子程序定义 SBR 指令是与上节点值相同的 RET 指令搭配使用来定义子程序由此开始。当此定义的子程序被调用执行时，程序由 SBR 指令所在的下一网络开始执行，也就是说 SBR 指令在正常情况下不被执行。当主程序未利用主程序结束 EOP 指令来作为结束，而当 SBR 指令被执行时，则此次扫描的程序执行到此即结束。

上节点：子程序的标签名（label）。

（3）子程序返回

子程序返回 RET 指令的符号与操作数如图 6-19 所示。



操作数类型	0	1	3	4	C	P	L
上节点							①
下节点							

①：L1～L32

图 6-19　子程序返回 RET 指令

子程序返回 RET 指令是与上节点值相同的 SBR 指令搭配使用来代表子程序结束。指令输出方面可以表示指令执行状况，在编辑梯形图程序时，RET 指令必须放在网络的左上角位置，且这个网络只能够有此唯一指令存在。

上节点：子程序的标签名（label）

（4）子程序指令的应用（见图 6-20）

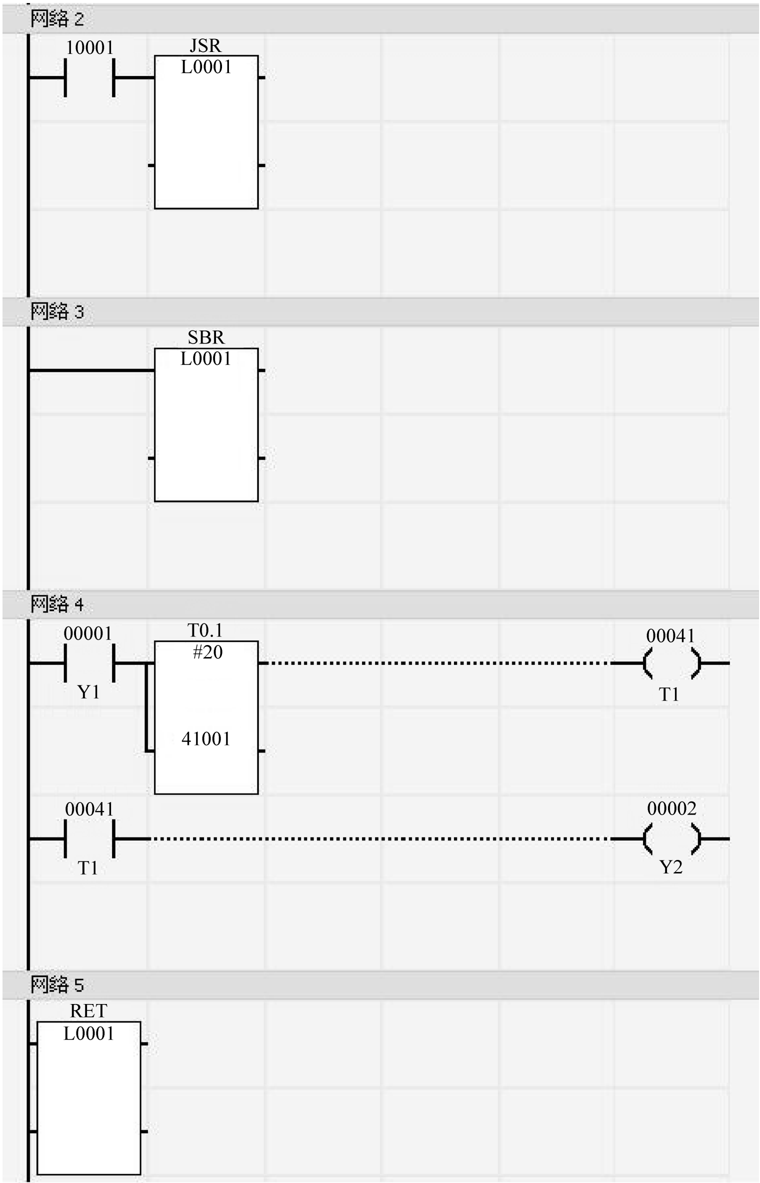


图 6-20　子程序指令的应用

当 10001 为“ON”时，调用标签为 L1 的子程序。

执行标签为 L1 子程序，Y1 为“ON”时，延时 2s，驱动 Y2。

执行子程序返回指令 RET，返回主程序。

5. 简易机械手控制

（1）控制要求

如图 6-21 所示，简易机械手由气动爪、水平移动机械手、垂直移动机械手、阀岛、水平移动限位开关、垂直限位开关、V80 系列 PLC、电源模块、按钮模块等组成。

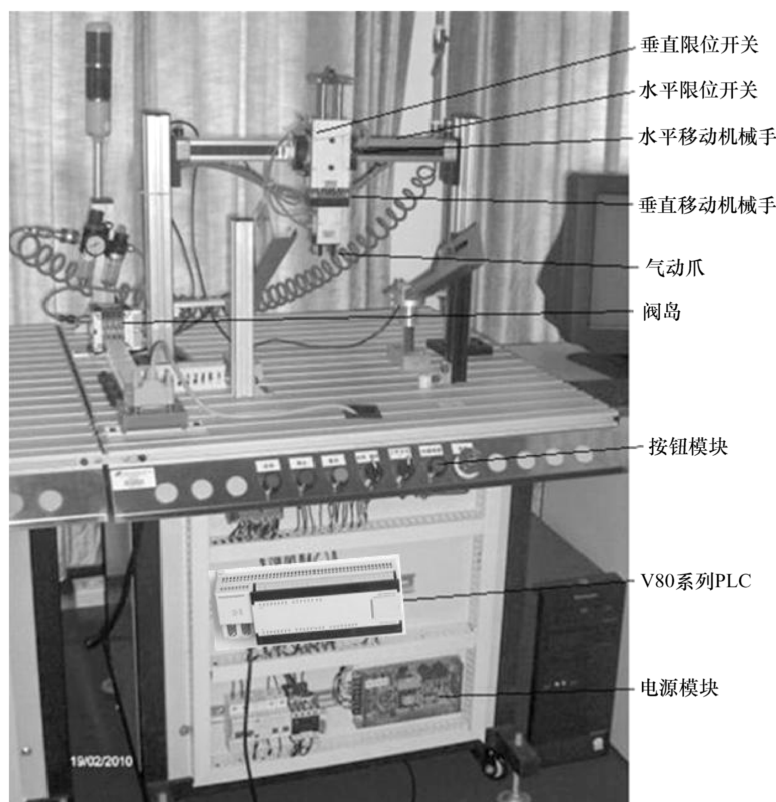


图 6-21　简易机械手

机械手的原点位置：

垂直移动机械手在垂直方向处于上端极限位。

水平机械手处于右端极限位。

气动爪处于放松状态。

1）按下停止按钮，机械手停止。

2）停止状态下按下回原点按钮，机械手回原点。

3）回原点结束后按下起动按钮，垂直移动机械手下移，到位后，夹紧工件，垂直移动机械手上移。上移到位，水平移动机械手左移。左移到位，垂直移动机械手下降。下降到位，放松工件，垂直移动机械手上升。上升到位后，水平移动机械手右移，右移到位，完成一次单循环。

4）如果是自动循环运行，以上流程结束后，再自动重复步骤 3 开始的流程。

（2）自动运行的状态转移图

1）PLC 软元件分配

① PLC 外接元件名称、符号、作用见表 6-4。

表 6-4　元件名称、符号、作用

元件名称	元件符号	作　　用
按钮 1	SB1	起动按钮
按钮 2	SB2	停止按钮
按钮 3	SB3	回原位按钮
选择开关	K1	选择模式
限位开关 1	SQ1	下限位
限位开关 2	SQ2	上限位
限位开关 3	SQ3	右限位
限位开关 4	SQ4	左限位
指示灯 1	HL1	绿灯
指示灯 2	HL2	红灯
电磁阀 1	VT1	左移
电磁阀 2	VT2	右移
电磁阀 3	VT3	下降
电磁阀 4	VT4	上升
电磁阀 5	VT5	夹紧

② PLC 输入、输出 I/O 分配见表 6-5。

表 6-5　输入、输出 I/O 分配

输　　入			输　　出		
元　　件	地　　址	注　　释	元　　件	地　　址	注　　释
SB1	10001	X1	HL1	00001	Y1
SB2	10002	X2	HL2	00002	Y2
SB3	10003	X3	VT1	00003	Y3
K1	10004	X4	VT2	00004	Y4
SQ1	10005	X5	VT3	00005	Y5
SQ2	10006	X6	VT4	00006	Y6
SQ3	10007	X7	VT5	00007	Y7
SQ4	10008	X8			

③ 其他软元件分配见表 6-6。

表 6-6　其他软元件分配

元件名称	软　元　件	注　　释	作　　用
状态 0	00049	S0	初始
状态 10	00050	S10	下降
状态 11	00051	S11	夹紧

（续）

元件名称	软元件	注释	作用
状态 12	00052	S12	上升
状态 13	00053	S13	左移
状态 14	00054	S14	下降
状态 15	00055	S15	放松
状态 16	00056	S16	上升
状态 17	00057	S17	右移

2）根据控制要求设计自动运行的状态转移图如图 6-22 所示。

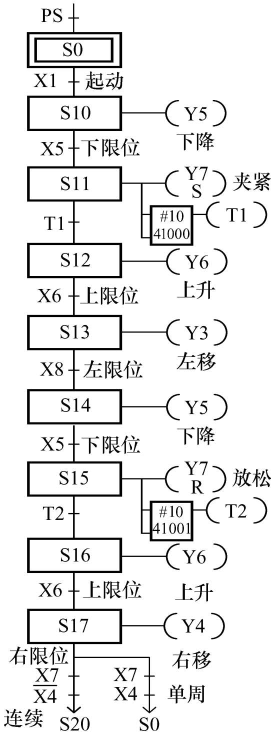


图 6-22　自动运行的状态转移图

6. 用 PLC 控制简易机械手

（1）用轮鼓模拟器 CAM 指令实现的状态转移控制

进入状态、状态转移使用寄存器赋值 MOVE 指令。

用轮鼓模拟器 CAM 实现的状态转移控制的三步操作是：

1）应用初始化脉冲和寄存器赋值 MOVE 设置状态比较表初始化数据，应用轮鼓模拟器 CAM 控制步进状态顺序。

2）应用输出驱动指令驱动输出。

3）转移条件满足时，应用寄存器赋值 MOVE 指令转移到下一步。初始化与步进控制的梯形图如图 6-23 所示。

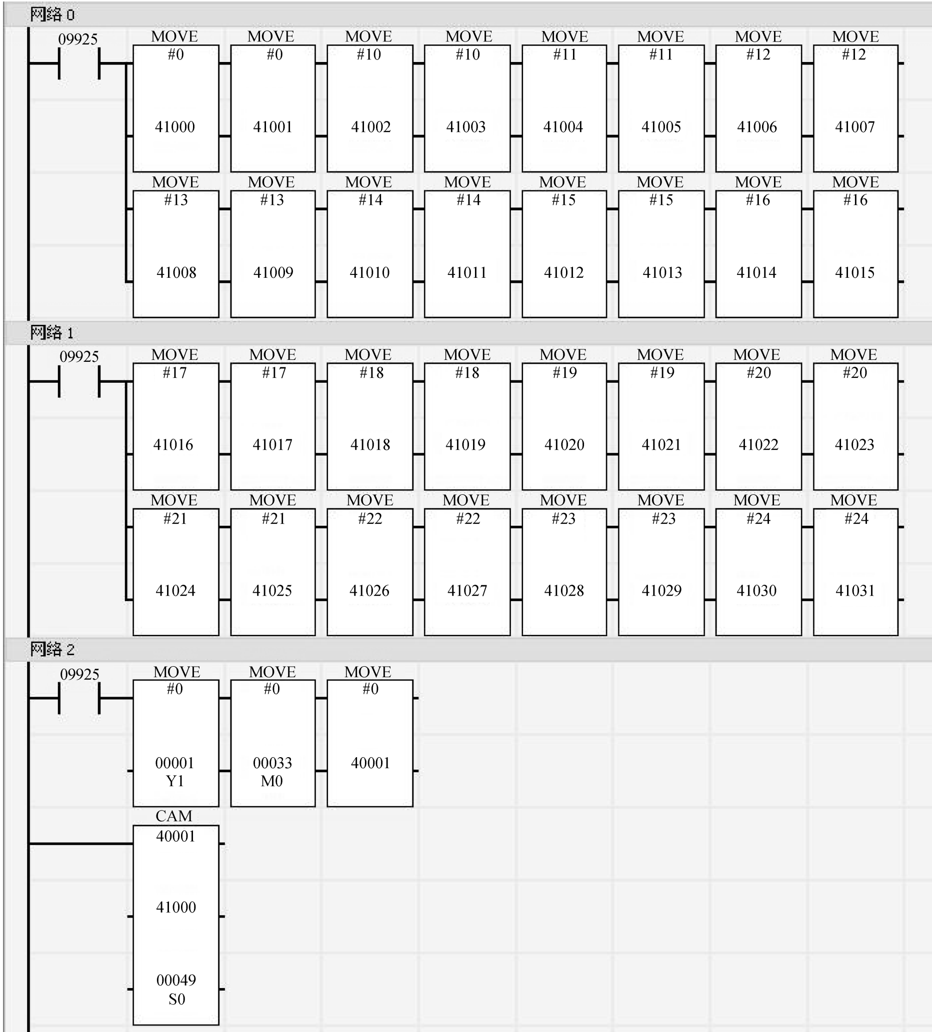


图 6-23　初始化与步进控制

初始化脉冲 09925 到来时，应用寄存器赋值 MOVE 指令设置状态比较表初始化数据。为了便于状态记忆，特地将状态值直接设置于 41000～41031 寄存器组表格中，状态 S0 的数据表格对应寄存器 41000、41001 的值设置为 0，状态 S10 的数据表格对应寄存器 41002、41003 的值设置为 10，其余可以类推。

步进控制使用轮鼓模拟器 CAM 指令控制，轮鼓模拟器 CAM 指令将寄存器 40001 的数据与 16 对目的寄存器 41000～41031 状态表格的数据作比较，如果来源寄存器 40001 的值在目的寄存器对的范围内，则下节点的对应的位便会为 ON，由此实现步进状态的控制。

（2）避免双线圈输出

为了避免双线圈驱动，在步进控制程序中将多个状态要驱动输出的点放到步进控制程序之外，通过状态继电器驱动步进控制程序外的输出点。如图 6-24 所示，在状态 S10、S14 状态下要驱动输出的点 Y5 程序，放到步进控制外，由状态继电器 S10、S14 并联驱动。也可以在状态 S10 中驱动辅助继电器 A，在状态 S14 中驱动辅助继电器 B，在步进控制外，通过

辅助继电器 A、B 的触点并联驱动输出点 Y5。

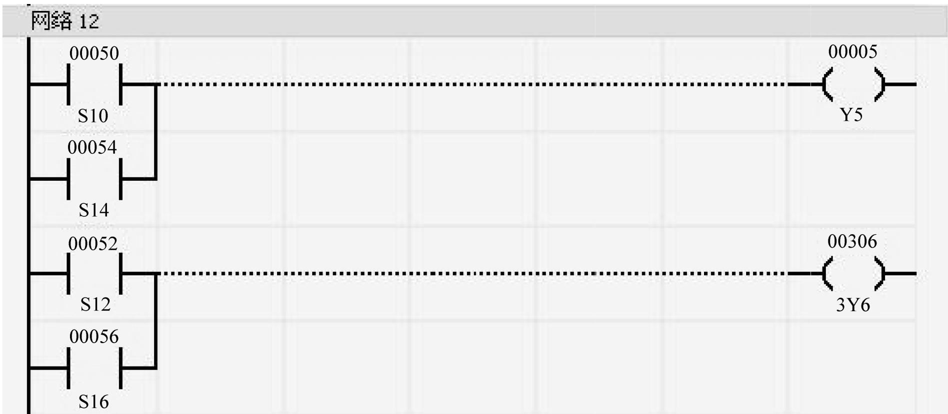


图 6-24　避免双线圈输出的梯形图

（3）主控程序（见图 6-25）

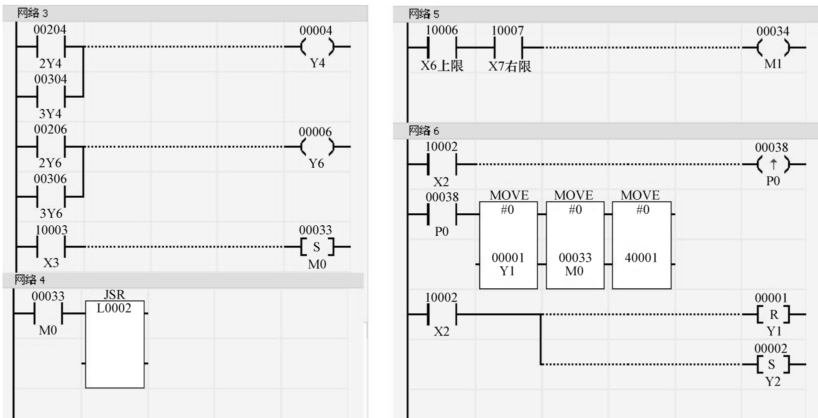


图 6-25　主控程序

按下停止按钮 SB_2，10002 为“ON”，复位所有输出继电器，复位回原点辅助继电器，回到状态 S0。

按下回原点按钮 SB_3，10003 为“ON”，调用回原点子程序，完成回原点控制。

（4）自动运行控制程序（见图 6-26）

在初始状态 S0 且系统回原点时，按下起动按钮，系统转入状态 S10，驱动下移电磁阀，气缸带动机械手下移。

下移到位时，下限位开关 X5 动作，转入下一状态 S11。

夹紧电磁阀 Y7 动作，延时 1s，转入下一状态 S12。

上移电磁阀 Y6 动作，气缸带动机械手上移，上移到位，上限位开关 X6 动作，转入下一状态 S13。

左移电磁阀动作，机械手左移，左移到位，左限位开关 X8 动作，转入下一状态 S14。

下移电磁阀 Y5 动作，气缸带动机械手下移，下移到位时，下限位开关 X5 动作，转入

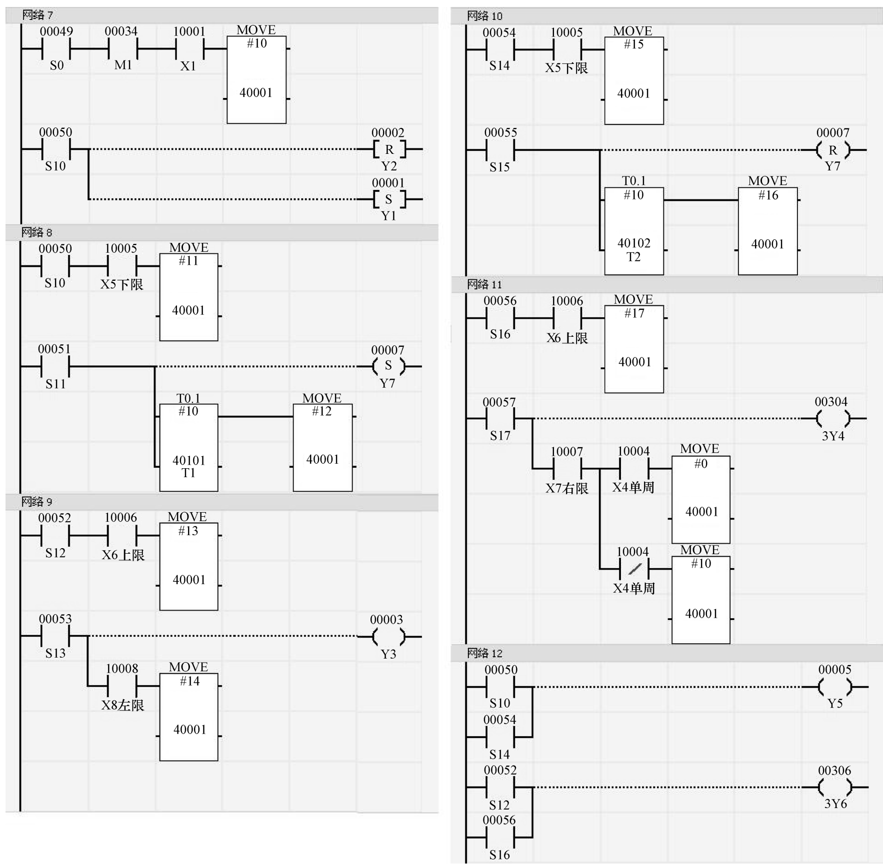


图 6-26　自动运行控制

下一状态 S15。

复位电磁阀 Y7，延时 1s，转入下一状态 S16。

上移电磁阀 Y6 动作，气缸带动机械手上移，上移到位，上限位开关 X6 动作，转入下一状态 S17。

右移电磁阀 Y4 动作，机械手右移，右移到位，右限位开关 X7 动作，根据选择开关的状态，分别转入不同的状态。

如果选择开关 X4 为 ON，转入下一状态 S0。

如果选择开关 X4 为 OFF，转入下一状态 S10。

为了避免双线圈驱动，状态 S10、S14 状态下要驱动输出的点 Y5 的程序放到步进控制外，由状态继电器 S10、S14 并联驱动。状态 S12、S16 状态下要驱动输出的点 Y6 的程序放到步进控制外，由状态继电器 S12、S16 并联驱动。

（5）回原点控制程序（见图 6-27）

回原点时，先使机械手上移，再使机械手右移，回到原点。

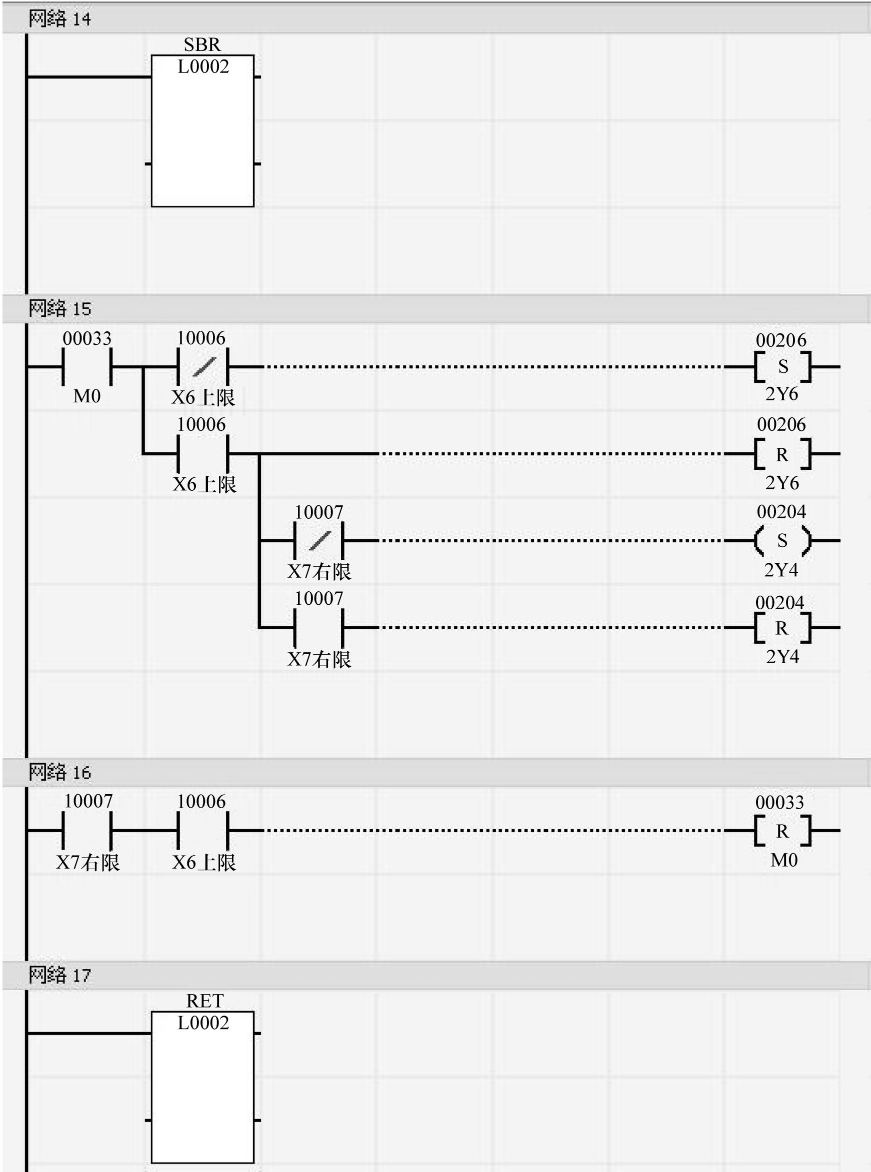


图 6-27　回原点控制程序

实训模块 6　步进顺序控制

任务　简易机械手控制

1. 训练目标

1）能够正确设计简易机械手控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成简易机械手控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计 PLC 程序

1）分配 PLC 输入、输出端。

2）配置 PLC 状态软元件。

3）根据控制要求，画出机械手自动运行状态转移图。

4）设计系统初始化与状态转移控制程序。

5）设计主控程序。

6）设计自动运行程序。

7）设计回原点控制程序。

（2）输入 PLC 程序。

1）输入图 6-23 所示的初始化与步进控制程序。

2）输入图 6-25 所示的主控程序。

3）输入图 6-26 所示的自动运行控制程序。

4）输入图 6-27 所示的回原点控制程序。

（3）系统安装与调试

1）根据 PLC 输入、输出端 I/O 分配画出 PLC 接线图。

2）按 PLC 接线图接线。

3）连接 PLC，将 PLC 机械手控制程序下载到 PLC。

4）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行模式。

5）按下停止按钮，观察状态元件 S10 ~ S17 的状态。观察 PLC 的所有输出点的状态。

6）按下回原点，按钮 SB3，系统回原点。

7）按下起动按钮 SB1，观察自动运行状态的变化，观察 PLC 的所有输出点的变化。

8）切换选择开关 X4 为 ON，按下起动按钮，观察单周运行状态变化。

9）按下停止按钮 SB2，让机械手在任意位置停止。

10）按下回原点按钮 SB3，观察 PLC 的所有输出点的变化，观察回原点工作过程。

习 题 6

1. 用轮鼓模拟器 CAM 指令实现三相异步电动机的Y—△减压起动控制。
2. 用辅助继电器实现简易机械手控制。
3. 用置位、复位指令实现简易机械手控制。

第 7 章　彩 灯 控 制

7.1　V80 系列 PLC 的功能指令

V80 系列 PLC 除了基本指令外，还有许多功能指令（Functional Instruction）或称为应用指令（Applied　Instruction）。V80 系列的功能指令可分为基本、数学运算、表格、逻辑运算、数组的位操作、数值转换、流程控制、其他等 8 类应用指令。

1. 基本应用指令

基本应用指令包括定时器、计数器指令，基本应用指令的助记符、指令全称、指令描述见表 7-1。

表 7-1　基本应用指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
T1.0	1 second timer	1.0s 定时器
T0.1	0.1 second timer	0.1s 定时器
T0.01	0.01 second timer	0.01s 定时器
T0.001	0.001 second timer	0.001s 定时器
UCTR	Up counter	上数计数器
DCTR	Down counter	下数计数器
TCTR	Timing counter（ms）	毫秒计时器

2. 数学运算指令

数学运算指令包括加、减、乘、除和平方根指令。加、减、乘、除指令按位数分为 4 位数、8 位数指令。加、减、乘、除按操作数分为十进制、十六进制指令。加、减、乘、除还有浮点数的加、减、乘、除指令。平方根指令分为整数和浮点数平方根指令。加、减、乘、除指令汇总见表 7-2。

表 7-2　加、减、乘、除指令汇总

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
ADD	Decimal addition（4 digits）	4 位数十进制加法器 word + word = word（D）
ADDB	Hexadecimal addition（4 digits）	4 位数十六进制加法器 word + word = word（B）
ADDL	Decimal addition（8 digits）	8 位数十进制加法器 long word + long word = long word（D）
ADBL	Hexadecimal addition（8 digits）	8 位数十六进制加法器 long word + long word = long word（B）
FADD	Floating point addition	浮点数加法器 float + float = float
SUB	Decimal subtraction（4 digits）	4 位数十进制减法器 word − word = word（D）

（续）

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
SUBB	Hexadecimal subtraction (4 digits)	4 位数十六进制减法器 word - word = word (B)
SUBC	Hexadecimal subtraction (4 digits)	4 位数十六进制减法器（补码型）word - word = word
SUBL	Decimal subtraction (8 digits)	8 位数十进制减法器 long word - long word = long word (D)
SBBL	Hexadecimal subtraction (8 digits)	8 位数十六进制减法器 long word - long word = long word (B)
SBLC	Hexadecimal subtraction (8 digits)	8 位数十六进制减法器（补码型）long word - long word = long word
FSUB	Floating point subtraction	浮点数减法器 float - float = float
MUL	Decimal multiplication (4 digits)	4 位数十进制乘法器 word × word = long word (D)
MULB	Hexadecimal multiplication (4 digits)	4 位数十六进制乘法器 word × word = long word (B)
MULM	Decimal multiplication (4 digits)	4 位数十进制乘法器 word × word = word (D)
MLBM	Hexadecimal multiplication (4 digits)	4 位数十六进制乘法器 word × word = word (B)
MULL	Decimal multiplication (8 digits)	8 位数十进制乘法器 long word × long word = long word (D)
MLBL	Hexadecimal multiplication (8 digits)	8 位数十六进制乘法器 long word × long word = long word (B)
FMUL	Floating point multiplication	浮点数乘法器 float × float = float
DIV	Decimal division (4 digits)	4 位数十进制除法器 long word ÷ word = word (D)
DIVB	Hexadecimal division (4 digits)	4 位数十六进制除法器 long word ÷ word = word (B)
DIVM	Decimal division (4 digits)	4 位数十进制除法器 word ÷ word = word (D)
DVBM	Hexadecimal division (4 digits)	4 位数十六进制除法器 word ÷ word = word (B)
DIVL	Decimal division (8 digits)	8 位数十进制除法器 long word ÷ long word = long word (D)
DVBL	Hexadecimal division (8 digits)	8 位数十六进制除法器 long word ÷ long word = long word (B)
FDIV	Floating point division	浮点数除法器 float × float = float
ISQR	Integral square root	计算整数二次方根
FSQR	Floating point square root	计算浮点数二次方根

3. 表格数据处理指令

表格数据处理指令用于表格数据的处理，表格数据处理指令的缩写、全称及描述见表 7-3。

表 7-3　表格数据处理指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
R - >T	Register move to table	寄存器向表格的数据移动
T - >R	Table move to register	表格向寄存器的数据移动
T - >T	Table move to table	表格向表格的数据移动
T_CM	Table element comparison	表格数据的比较
T_SR	Table element search	表格数据的查找
T_RS	Table element rotate/shift	表格数据的旋转/移动
TXHG	Table element exchange	表格数据的互换

（续）

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
BLKM	Block move	区块数据移动
PUSH	Stack command-PUSH	数据压入堆栈
POP	Stack command-POP	数据弹出堆栈

4. 逻辑运算指令

逻辑运算指令包括数组的“与”、“或”、“异或”和位取反逻辑运算，逻辑运算指令的缩写、全称及描述见表7-4。

表7-4 逻辑运算指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
AND	Array logical operation-AND	数组的“与”运算
OR	Array logical operation-OR	数组的“或”运算
XOR	Array logical operation-XOR	数组的“异或”运算
COMP	Array operation-1's complement	数组的位取反运算

5. 位处理指令

位处理指令包括数组的位比较、位旋转/移动、位更改、位状态检测和寄存器的位旋转/移动等指令。位处理指令的缩写、全称及描述见表7-5。

表7-5 位处理指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
CMPR	Array element comparison	数组的位比较
BROT	Array element's bit rotate/shift	数组的位旋转/移动
ODSR	One digit rotate/shift	数组的半字节旋转/移动
MBIT	Array element bit modify	数组的位更改
SENS	Array element's detection	数组的位状态检测
RBROT	Register's bit rotate/shift	寄存器的位旋转/移动

6. 数据格式转换指令

数据格式转换指令包括译码器、编码器、七段码显示译码器、数据类型转换等指令。数据格式转换指令的缩写、全称及描述见表7-6。

表7-6 数据格式转换指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
DECO	4－>16 decoder	4－>16 译码器
ENCO	16－>4 encoder	16－>4 编码器
B－>C	Binary to BCD code convert	二进制数值转为BCD数值
C－>B	BCD code to binary convert	BCD数值转为二进制数值
SSEG	Seven segment display decoder	七段码显示译码器

（续）

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
PACK	Word（16 bits）unpack/pack	字组（Word）的分解/组合
I－>F	Integer to floating convert	整数转为浮点数
F－>I	Floating to integer convert	浮点数转为整数
LI－>F	Long Integer to floating convert	长整数转为浮点数
F－>LI	Floating to Long integer convert	浮点数转为长整数
ASC_BIN	ASC to Binary convert	ASC 码至二进制码转换
BIN_ASC	Binary to ASC convert	二进制码至 ASC 码转换
F－>IEEE	PLC Floating to IEEE floating convert	PLC 浮点数到 IEEE 浮点数的转换
IEEE－>F	IEEE floating to PLC Floating convert	IEEE 浮点数到 PLC 浮点数的转换

7. 流程控制指令

流程控制指令包括跳转、循环、子程序和主控等指令。流程控制指令的缩写、全称及描述见表 7-7。

表 7-7　流程控制指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
JMP	Jump label	跳转
EOJ	End of Jump	跳转结束
JSR	Call subroutine	调用子程序
SBR	Subroutine	定义子程序
RET	Subroutine return	子程序返回
FOR	Loop command-FOR	循环 FOR 指令
NEXT	Loop command-NEXT	循环 NEXT 指令
EOP	End of main program	主程序结束
SKIP	Skip ladder page	略过
MCS	Master control	流程控制
MSE	End of master control	流程控制结束

8. 其他指令

其他指令包括指针处理、寄存器赋值、寄存器数据比较、PID 比例积微分控制、高速脉冲处理、中断和系统日期、时间读写等指令。其他指令的缩写、全称及描述见表 7-8。

表 7-8　其他指令

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
INIP	Initialize pointer	初始化指针
INCP	Increase pointer content	指针值递增
PADD	Pointer addition	指针加法器
DECP	Decrease pointer content	指针值递减

（续）

指令缩写	指令全称（英）	指令描述
PSUB	Pointer subtract	指针减法器
MOVE	Register initialize	寄存器赋值
RCMP	Register comparison	寄存器数据比较
DGET	Get calendar date	读取系统日期
DSET	Set calendar date	设置系统日期
DCMP	Calendar date comparison	系统日期比较
TGET	Get calendar time	读取系统时间
TSET	Set calendar time	设置系统时间
TCMP	Calendar time comparison	系统时间比较
STAT	Get system status	读取系统状态
CAM	CAM simulator	轮鼓模拟器
CDMR	Common data memory read	读取共享数据区
CDMW	Common data memory write	写入共享数据区
PID	Proportional-Integral-Differential control	PID 比例积微分控制
PID2	Proportional-Integral-Differential control	PID2 比例微积分控制
SADDR	Set station address	站地址设置
HSCSET	Set High Speed Counter（HSC）	高速计数器设置
HSCRUN	Run High Speed Counter（HSC）	高速计数器运行
N_PTO_S	Set Normal Pulse Train Output（PTO）	普通模式脉冲串输出（PTO）设置
B_PTO_S	Set Buffer Pulse Train Output（PTO）	平滑模式脉冲串输出（PTO）设置
M_PTO_S	Set Multi-section Pulse Train Output（PTO）	多段模式脉冲串输出（PTO）设置
PWM_S	Set Pulse Width Modulated（PWM）	脉宽调制输出（PWM）设置
PLS_RUN	Run pulse output	脉冲输出运行
M_BUS	ModBus message control	ModBus 信息控制
XMT	Transmitter data in freeport mode	自由通信发送指令
RCV	Receive data in freeport mode	自由通信接收指令
UPDATE_IO	Update io chanel	更新 IO 通道
SETINT	Set interrupt	中断设置
S_CTR	Soft high speed counter	软件高速计数
CRC	CRC calculate	CRC 校验计算
HMI_LED	HMI_LED show	HMI_LED 显示
HMI_KEY	HMI_KEY set	HMI_KEY 设置
TIMERINT	Timer interrupt	定时器中断设置

7.2　简易彩灯控制

任务分析

（1）控制要求

1）按下起动按钮，控制系统起动。

2）8 只彩灯按图 7-1 所示时序工作，依次点亮 1s，循环运行。

3）按下停止按钮，系统停止。

（2）控制分析

8 只彩灯逐个点亮，可以使用定时器控制。设置 8 个定时器 T1～T8，前一个定时器作为后一个定时器的定时控制条件，T8 定时到时，复位所有定时器。

1）PLC 输入、输出分配：PLC 输入、输出 I/O 分配见表 7-9。

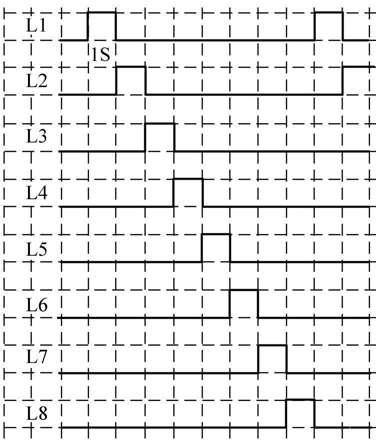


图 7-1　彩灯控制时序

表 7-9　I/O 分配

输　入			输　出		
元件名称	地　址	注　释	元件名称	地　址	注　释
按钮 1	10001	X1	彩灯 1	00001	Y1
按钮 2	10002	X2	彩灯 2	00002	Y2
			彩灯 3	00003	Y3
			彩灯 4	00004	Y4
			彩灯 5	00005	Y5
			彩灯 6	00006	Y6
			彩灯 7	00007	Y7
			彩灯 8	00008	Y8

2）PLC 辅助继电器、定时器分配：PLC 辅助继电器、定时器分配见表 7-10。

表 7-10　辅助继电器、定时器分配

元件名称	地　址	符　号
辅助继电器	00050	M1
定时器 1	00051	T1
定时器 2	00052	T2
定时器 3	00053	T3
定时器 4	00054	T4
定时器 5	00055	T5
定时器 6	00056	T6
定时器 7	00057	T7
定时器 8	00058	T8

3）彩灯控制函数：8 只彩灯的控制函数如下：

$$Y1 = M1 \cdot \overline{T1}$$
$$Y2 = T1 \cdot \overline{T2}$$
$$Y3 = T2 \cdot \overline{T3}$$
$$Y4 = T3 \cdot \overline{T4}$$
$$Y5 = T4 \cdot \overline{T5}$$
$$Y6 = T5 \cdot \overline{T6}$$
$$Y7 = T6 \cdot \overline{T7}$$
$$Y8 = T7 \cdot \overline{T8}$$

（3）PLC 接线图（见图 7-2）

（4）设计、输入 PLC 程序

1）分配 PLC 输入、输出端。

2）配置 PLC 辅助继电器、定时器软元件。

3）根据控制要求写出彩灯控制函数。

4）输入图 7-3 所示的系统起、停控制程序。

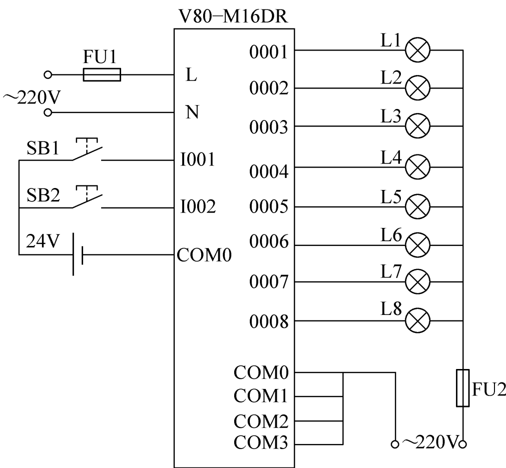


图 7-2　彩灯控制接线图

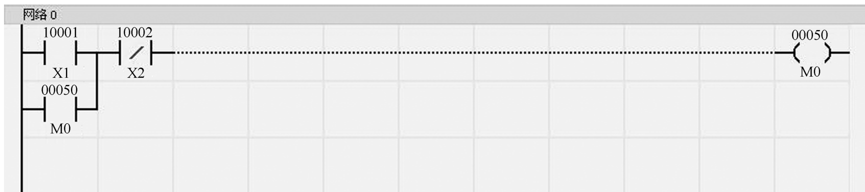


图 7-3　系统起、停控制

5）输入图 7-4 所示的定时器 T1 ~ T8 控制程序。

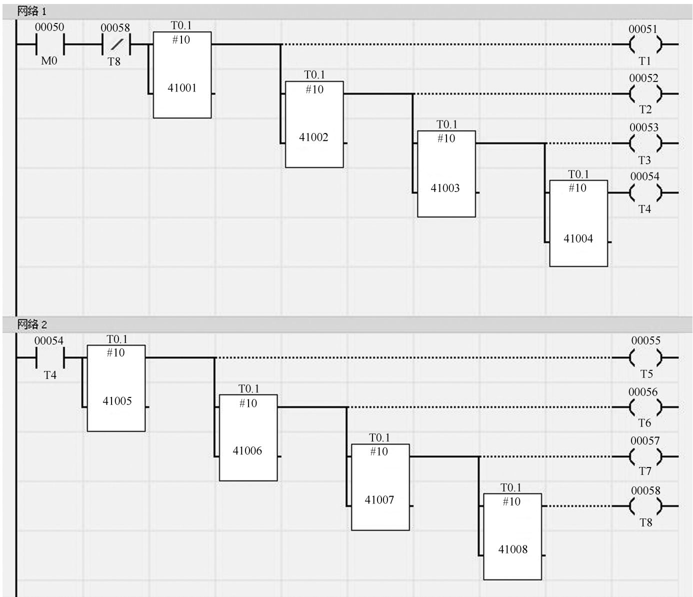


图 7-4　定时器控制

6）输入图 7-5 所示的彩灯 1 ~ 8 的控制程序。

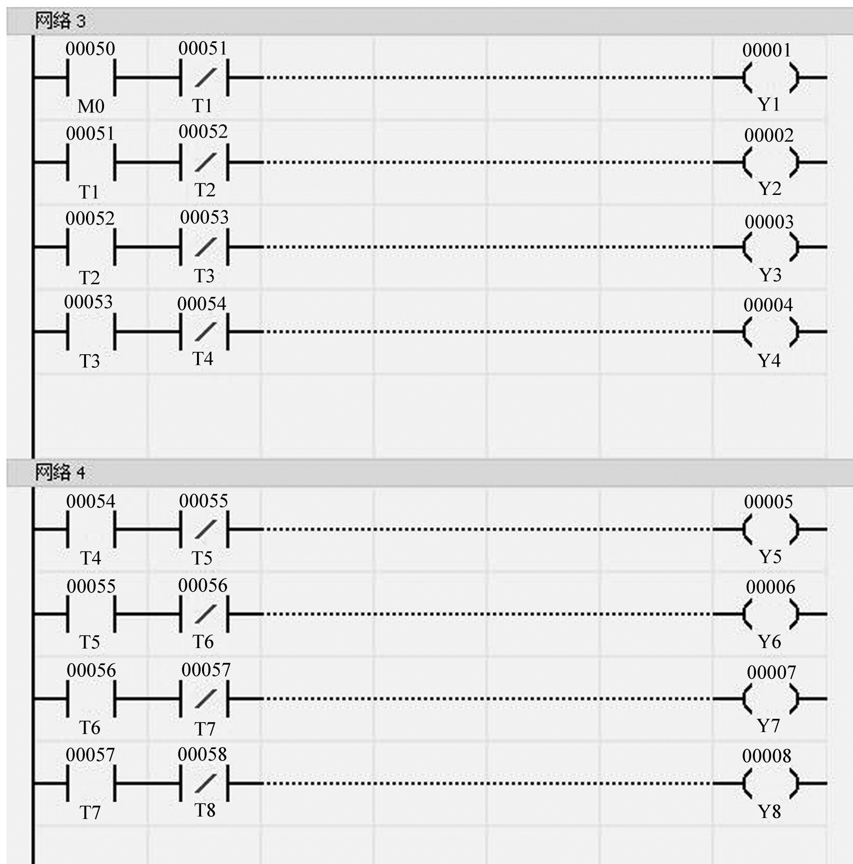


图 7-5　彩灯 1~8 的控制

7.3　花样彩灯控制

任务分析

（1）彩灯控制的控制要求

1）彩灯共有两种控制方式，通过选择开关进行选择。

2）如果选择方式 A，则按下启动按钮后，16 盏彩灯从左向右以间隔 1s 的速度逐个点亮，如此循环。

3）如果选择方式 B，则按下启动按钮后，16 盏彩灯从右向左以间隔 1s 的速度逐个点亮，如此循环。

4）按下停止按钮，系统停止工作。

（2）控制要求分析

由控制要求可知该彩灯控制有两种控制方式，方式 A 数据从左向右循环移动。方式 B 数据从右向左循环移动。我们可以采用 V80 的寄存器的位旋转/移动 RBROT 指令实现上述控制要求。

(3) 数组的位旋转/移动 BROT 指令

1) BROT 指令符号及说明

数组的位旋转/移动 BROT 指令符号如图 7-6 所示。

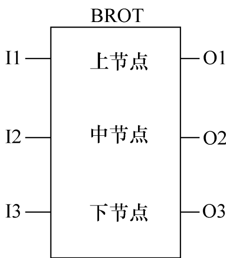


图 7-6 BROT 指令

• 节点说明

上节点：来源寄存器

中节点：目的寄存器

下节点：移动位数 n

• 输入控制说明

I1：动作控制。输入为 ON，或输入由 OFF 变为 ON 时，执行寄存器位的旋转/移动执行一次移动 n 个位。

I2：动作方向控制　= 0，向左　= 1，向右。

I3：动作形态控制　= 0，移动　= 1，旋转。

• 功能输出说明

O1 = I1

O2：移位/位状态

O3 = 0

2) BROT 指令的移位模式：数组的位旋转/移动 BROT 指令的移位模式如图 7-7 所示。

3) BROT 指令的应用：数组的位旋转/移动 BROT 指令的应用如图 7-8 所示。

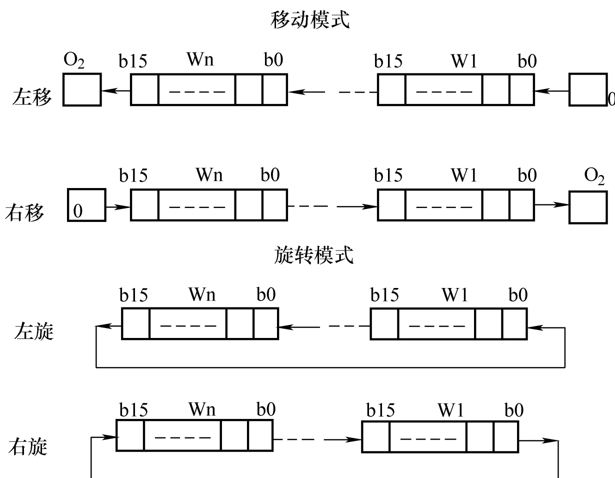


图 7-7 BROT 指令移位模式

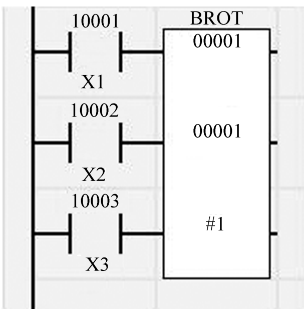


图 7-8 BROT 指令应用

X1 控制指令的执行，每输入一个脉冲，指令执行一次。

X2 用于控制移动方向，X2 = OFF，数据向左旋转/移动，X2 = ON，数据向右旋转/移动。

X3 用于控制移动、旋转，X3 = OFF，数据移动。X3 = ON，数据旋转移动。

(4) PLC 接线图

花样彩灯的 PLC 接线图如图 7-9 所示。

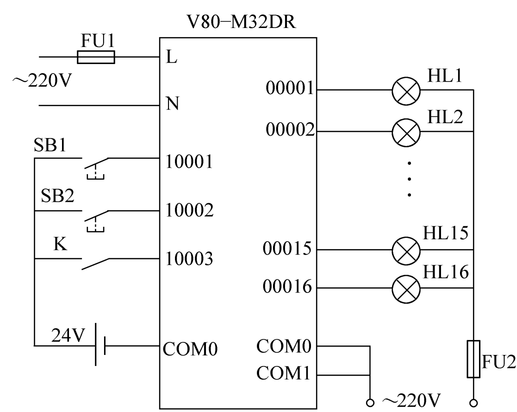


图 7-9　花样彩灯的接线

实训模块 7　彩 灯 控 制

任务　花样彩灯控制

1. 训练目标

1）能够正确设计花样彩灯控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成花样彩灯控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计、输入 PLC 程序

1）分配 PLC 输入、输出端。

PLC 输入、输出分配见表 7-11。

表 7-11　PLC 输入、输出分配

输　入			输　出		
元　件	地　址	注　释	元　件	地　址	注　释
按钮 1	10001	X1	彩灯 1	00001	Y1
按钮 2	10002	X2	彩灯 2	00002	Y2
选择开关	10003	X3	彩灯 3	00003	Y3
			彩灯 4	00004	Y4
			彩灯 5	00005	Y5
			彩灯 6	00006	Y6
			彩灯 7	00007	Y7
			彩灯 8	00008	Y8

（续）

输　入			输　出		
元　件	地　址	注　释	元　件	地　址	注　释
			彩灯 9	00009	Y9
			彩灯 10	00010	Y10
			彩灯 11	00011	Y11
			彩灯 12	00012	Y12
			彩灯 13	00013	Y13
			彩灯 14	00014	Y14
			彩灯 15	00015	Y15
			彩灯 16	00016	Y16

2）配置 PLC 辅助继电器、定时器软元件。

PLC 辅助继电器、定时器软元件配置见表 7-12。

表 7-12　PLC 辅助继电器、定时器软元件配置

元 件 名 称	地　址	注　释	作　用
辅助继电器 1	00050	M1	系统运行
辅助继电器 2	00051	M2	左移初始数据传送
辅助继电器 3	00052	M3	右移初始数据传送
定时器 1	00060	T1	产生定时移位脉冲

3）输入图 7-10 所示的系统起、停控制程序。

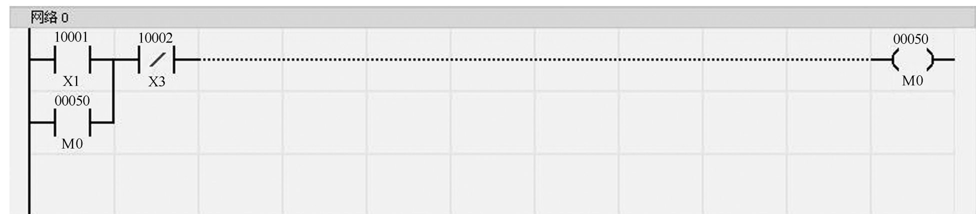


图 7-10　系统的起、停控制

4）输入图 7-11 所示的产生定时移位脉冲程序。

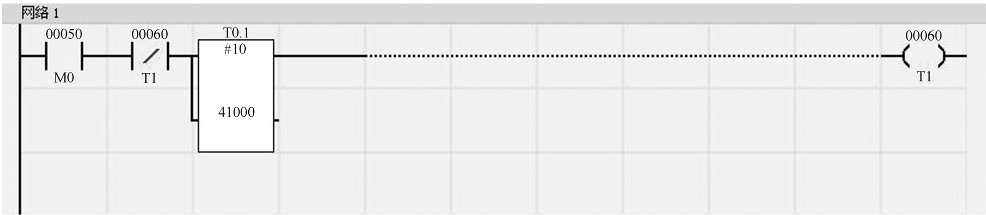


图 7-11　产生定时移位脉冲

5）输入图 7-12 所示的初始数据传送控制程序。

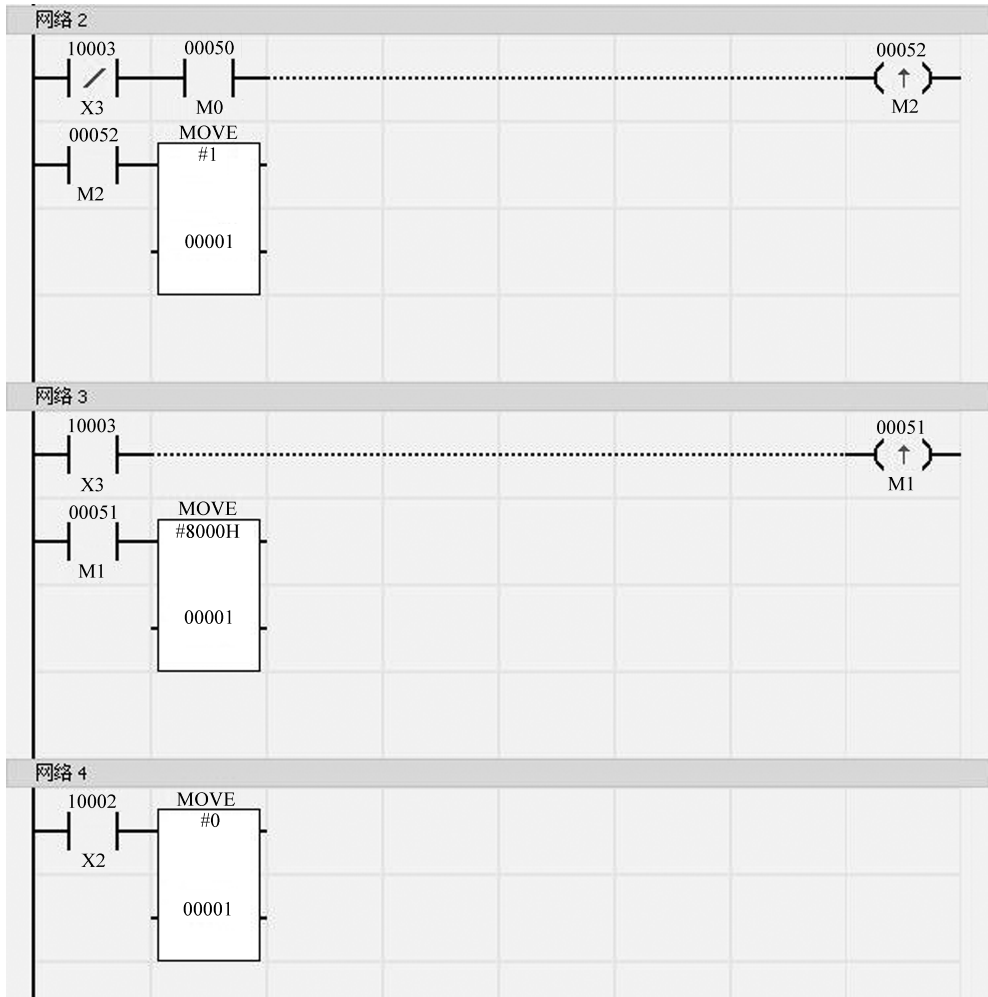


图 7-12　初始数据传送

X3 为由 ON 变为 OFF 时，传送数据#0001H 到数组 00001。

X3 为由 OFF 变为 ON 时，传送数据#8000H 到数组 00001。

X2 为 ON 时，传送数据#0000H 到数组 00001。

6）输入图 7-13 所示的数据移位控制程序。

在移位脉冲控制下，数组的数据按 X3 确定的方向循环移位。

X3 用于控制移动方向，X3 = OFF，数据向左循环移位，X3 = ON，数据向右

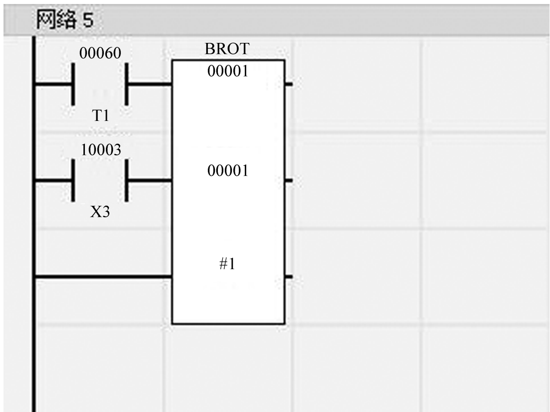


图 7-13　数据移位控制

循环移位。

（2）系统安装与调试

1）按图7-9所示的PLC接线图接线。

2）将花样彩灯PLC控制程序下载到PLC。

3）拨动PLC的RUN/STOP开关，使PLC处于运行状态。

4）切换选择开关K，使其处于OFF状态。

5）点击按下起动按钮SB1，观察PLC输出点00001～00016的状态变化，观察彩灯的状态变化。

6）按下停止按钮SB2，观察观察PLC输出点00001～00016的状态变化，观察彩灯的状态变化。

7）切换选择开关K，使其处于ON状态。

8）点击按下起动按钮SB1，观察PLC输出点00001～00016的状态变化，观察彩灯的状态变化。

9）按下停止按钮SB2，观察PLC输出点00001～00016的状态变化，观察彩灯的状态变化。

习　题　7

1. 使用功能指令实现三相异步电动机的Y—△减压起动控制。
2. 使用辅助继电器和定时器控制花样彩灯。
3. 使用寄存器的位旋转/移动RBROT控制花样彩灯。

第 8 章　交通灯控制

8.1　定时控制交通灯

1. 任务分析

（1）控制要求

交通信号灯控制系统示意图如图 8-1 所示。

1）按下启动按钮，交通信号灯控制系统开始周而复始循环工作。

2）交通信号灯控制系统的控制要求时序图如图 8-2 所示。

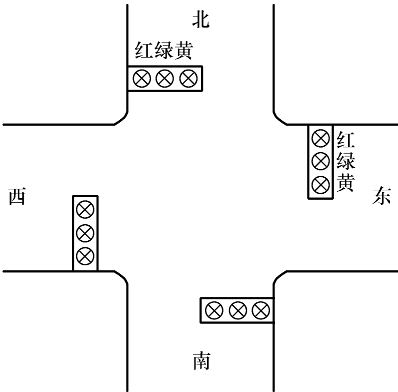


图 8-1　控制交通灯示意图

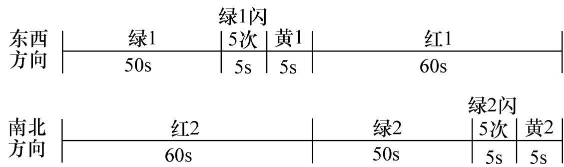


图 8-2　交通灯的控制时序

3）按下停止按钮系统，停止工作。

（2）控制要求分析

交通信号灯控制系统是一个时间顺序控制系统，可以采用定时器指令进行编程控制。

设置 10 个定时器控制交通信号灯，定时器 T1 ~ T6 的工作时序如图 8-3 所示。

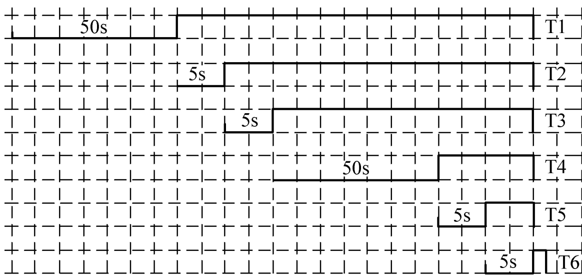


图 8-3　定时器的工作时序

绿灯 1 闪烁使用定时器 T7、T8 控制。

绿灯 2 闪烁使用定时器 T9、T10 控制。

2. PLC 控制

（1）控制函数

1）PLC 输入、输出分配见表 8-1。

表 8-1　PLC 输入、输出分配

输　入			输　出		
元　件	地　址	注　释	元　件	地　址	注　释
按钮 1	10001	X1	绿灯 1	00001	Y1
按钮 2	10002	X2	黄灯 1	00002	Y2
			红灯 1	00003	Y3
			绿灯 2	00004	Y4
			黄灯 2	00005	Y5
			红灯 2	00006	Y6

2）其他软元件分配见表 8-2。

表 8-2　其他软元件分配

元件名称	软 元 件	注　释	作　用
辅助继电器	00050	M0	系统控制
定时器 1	00051	T1	定时
定时器 2	00052	T2	定时
定时器 3	00053	T3	定时
定时器 4	00054	T4	定时
定时器 5	00055	T5	定时
定时器 6	00056	T6	定时
定时器 7	00057	T7	定时
定时器 8	00058	T8	定时
定时器 9	00059	T9	定时
定时器 10	00060	T10	定时

控制函数：

$$M0 = (X1 + M0) \cdot \overline{X2}$$
$$Y1 = M0 \cdot \overline{T1} + T1 \cdot \overline{T2} \cdot T7$$
$$Y2 = T2 \cdot \overline{T3}$$
$$Y3 = T3$$
$$Y4 = T3 \cdot \overline{T4} + T4 \cdot \overline{T5} \cdot T9$$
$$Y5 = T5 \cdot \overline{T6}$$
$$Y6 = M0 \cdot \overline{T3}$$

（2）PLC 接线图（见图 8-4）

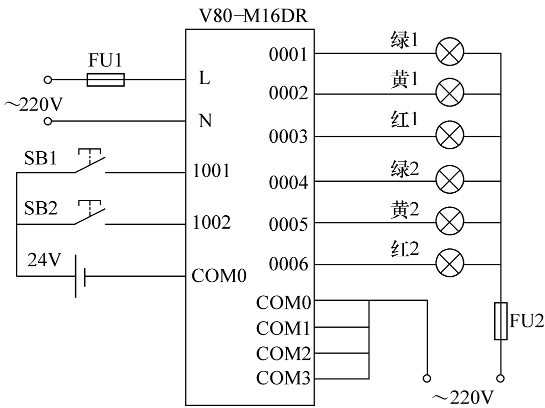


图 8-4　PLC 接线图

（3）PLC 控制程序

1）启、停控制程序如图 8-5 所示。

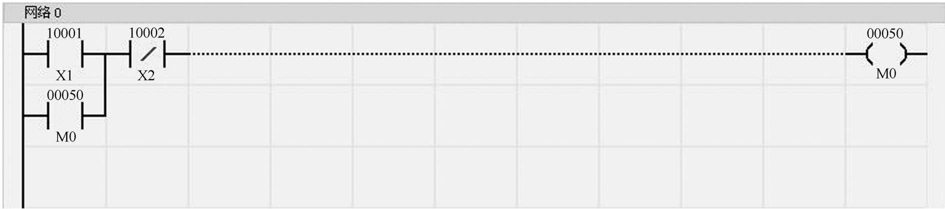


图 8-5　启、停控制

按下启动按钮，X1 为 ON，驱动输出 M0 为 ON。

按下停止按钮，X2 为 ON，驱动输出 M0 为 OFF。

2）T1～T6 定时器控制程序如图 8-6 所示。

M0 为 ON 时，启动定时器 T1，定时 50s。

T1 定时到，启动定时器 T2，定时 5s。

T2 定时到，启动定时器 T3，定时 5s。

T3 定时到，启动定时器 T4，定时 50s。

T4 定时到，启动定时器 T5，定时 5s。

T5 定时到，启动定时器 T6，定时 5s。

T6 定时到，复位定时器 T1，T1～T6 复位。

3）T7～T10 定时器控制程序如图 8-7 所示。

T1 定时到 T2 定时未到时，启动交替定时器 T7、T8，T7 用于控制绿灯 1 闪烁。

T4 定时到 T5 定时未到时，启动交替定时器 T9、T10，T9 用于控制绿灯 2 闪烁。

T7 用于控制绿灯 1 闪烁。

4）输出驱动控制程序如图 8-8 所示。

M0 为 ON 且 T1 定时未到，或者是 T1 定时到 T2 定时未到 T7 为 ON 时，驱动绿灯 1（Y1）。

T2 定时到 T3 定时未到时，驱动黄灯 1（Y2）。

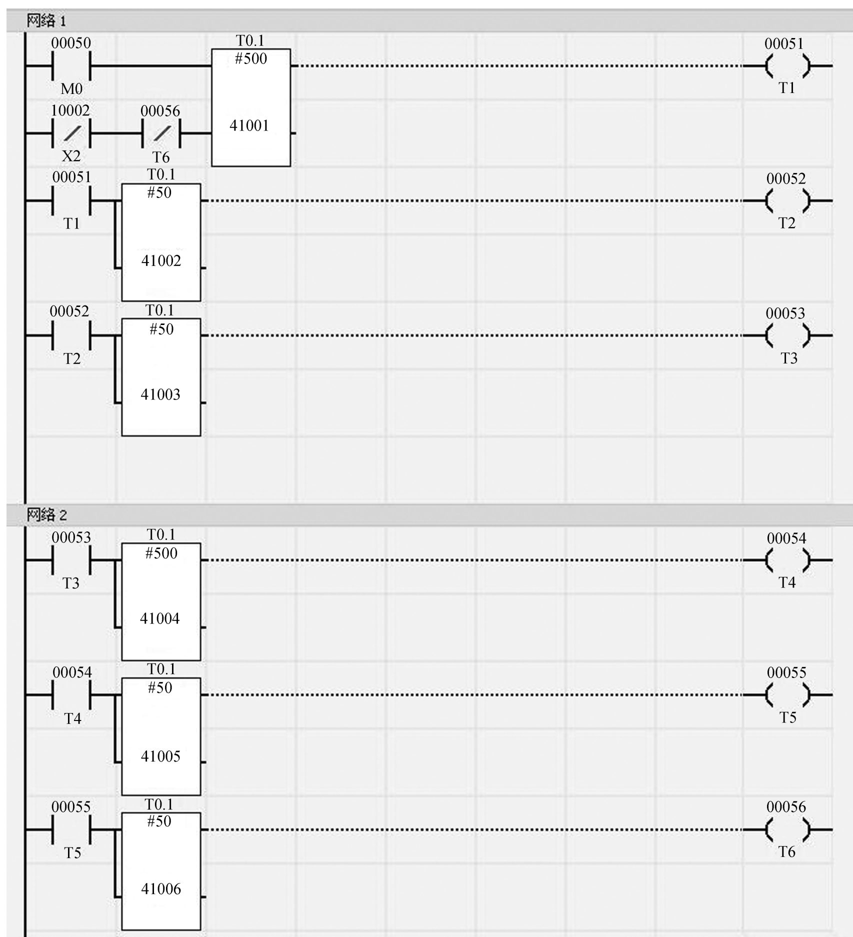


图 8-6　定时器控制

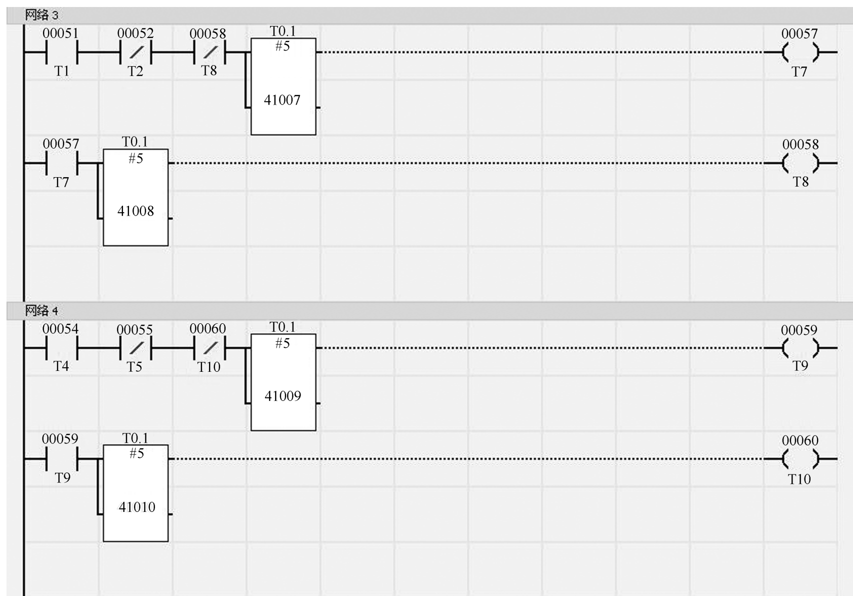


图 8-7　T7 ~ T10 定时器控制

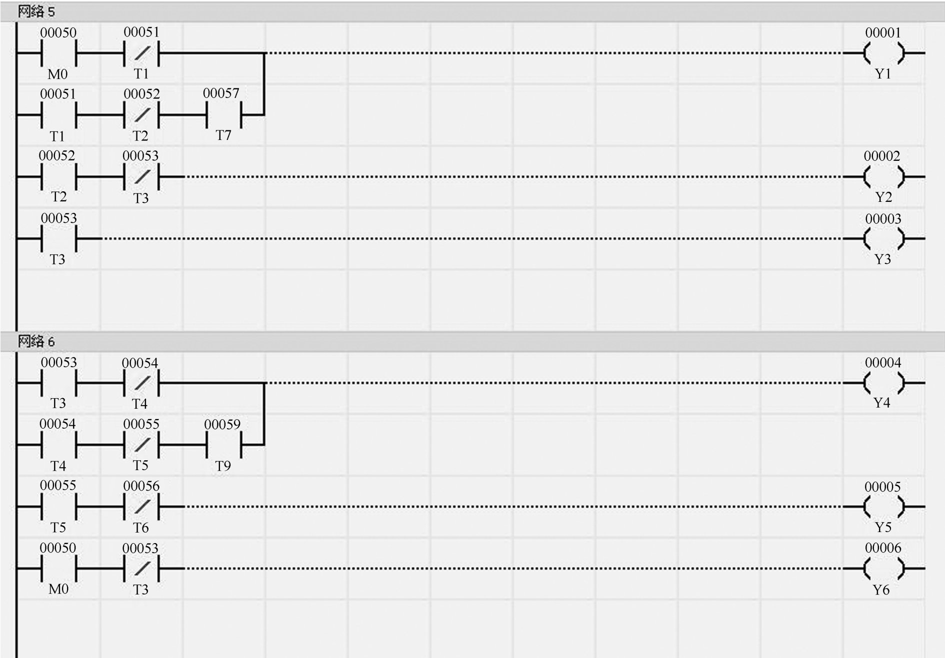


图 8-8　输出驱动控制

T3 定时到时，驱动红灯 1（Y3）。

T3 定时到 T4 定时未到时，或者是 T4 定时到，T5 定时未到，T9 为 ON 时，驱动绿灯 2（Y4）。

T5 定时到 T6 定时未到时，驱动黄灯 2（Y5）。

M0 为 ON 且 T3 定时未到时，驱动红灯 2（Y6）。

8.2　步进、计数控制交通灯

1. 任务分析

（1）控制要求

交通信号灯控制系统示意图如图 8-1 所示。

1）按下启动按钮，交通信号灯控制系统开始周而复始循环工作。

2）交通信号灯控制系统的控制要求时序图如图 8-2 所示。

3）使用步进顺序控制方法控制交通灯的工作。

4）使用计数器控制绿灯 1、绿灯 2 的闪烁次数。

5）按下停止按钮，系统停止工作。

（2）控制分析

交通信号灯控制系统是一个时间顺序控制系统，可以采用定时器指令进行编程控制，还可以使用步进顺序控制方法进行控制。

根据控制要求，可以画出图 8-9 所示的步进、计数控制交通灯的状态转移图。

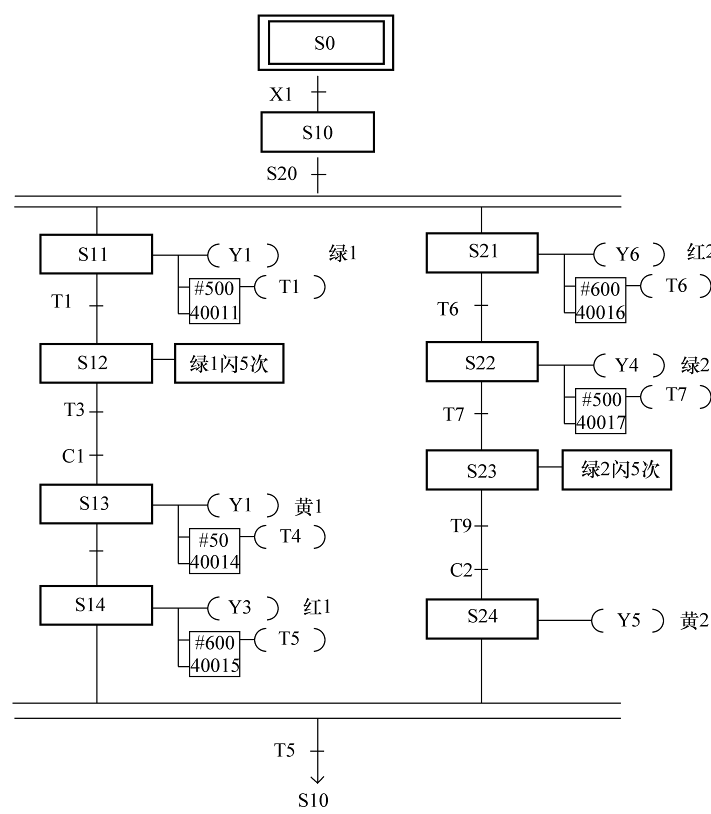


图 8-9　步进、计数控制交通灯状态转移图

2. PLC 顺序控制

（1）PLC 输入、输出分配

PLC 输入、输出分配见表 8-3。

表 8-3　PLC 输入、输出分配

输　入			输　出		
元　件	地　址	注　释	元　件	地　址	注　释
启动按钮	10001	X1	绿灯 1	00001	Y1
停止按钮	10002	X2	黄灯 1	00002	Y2
			红灯 1	00003	Y3
			绿灯 2	00004	Y4
			黄灯 2	00005	Y5
			红灯 2	00006	Y6

（2）配置 PLC 状态及其他软元件

PLC 状态及其他软元件分配见表 8-4。

表 8-4　PLC 状态及其他软元件分配

元件名称	符　　号	地　　址	作　　用
初始状态	S0	00033	状态准备
状态 10	S10	00034	自动运行
状态 11	S11	00035	绿灯 1 控制
状态 12	S12	00036	绿灯 1 闪烁
状态 13	S13	00037	黄灯 1 控制
状态 14	S14	00038	红灯 1 控制
状态 21	S21	00051	红灯 2 控制
状态 22	S22	00052	绿灯 2 控制
状态 23	S23	00053	绿灯 2 闪烁
状态 24	S24	00054	黄灯 2 控制
定时器 2	T2	00022	定时
定时器 3	T3	00023	定时
定时器 4	T4	00024	定时
定时器 5	T5	00025	定时
定时器 8	T8	00028	定时
定时器 9	T9	00029	定时
计数器 1	C1	00070	计数
计数器 2	C2	00071	计数

（3）根据步进、计数控制要求的交通灯状态转移图（见图 8-9）

（4）设计系统初始化程序（见图 8-10）

系统上电时，初始化脉冲 09925 驱动寄存器赋值指令 MOVE 给寄存器组赋值。

（5）设计状态转移控制程序（见图 8-11）

应用轮鼓模拟器指令控制状态转移，每个轮鼓模拟器指令可控制 16 个单分支的状态转移，交通灯有两个分支，因此需要两次应用轮鼓模拟器指令分别控制两个分支状态的转移。

（6）设计各个状态控制程序

1）设计状态 S10 的控制程序如图 8-12 所示。

按下启动按钮，PLC 进入状态 S10，开始自动程序的运行。

进入 S10 状态后，并行驱动 S11、S21 两状态。

两个或两个以上顺序控制流程同时执行，就形成了步进顺序控制程序的并行分支程序，并行分支程序通过赋值指令同时驱动两个状态元件实现。

2）设计状态 S11、S12 的控制程序如图 8-13 所示。

进入 S11 状态，驱动绿灯 1（Y1），定时 50s，定时时间到，切换到 S12 状态。

进入 S12 状态，通过定时器 T1、T2，控制绿灯 Y1 闪烁，闪烁次数由 C1 计数器记录，闪烁次数达到 5 次时，切换到 S13 状态，并复位计数器 C1。

为了避免在步进顺序控制程序中出现输出双线圈，将在步进顺序控制程序中有两个以上过程要输出的输出点放到步进程序之外，通过其状态元件的触点并联驱动相关的输出元件；

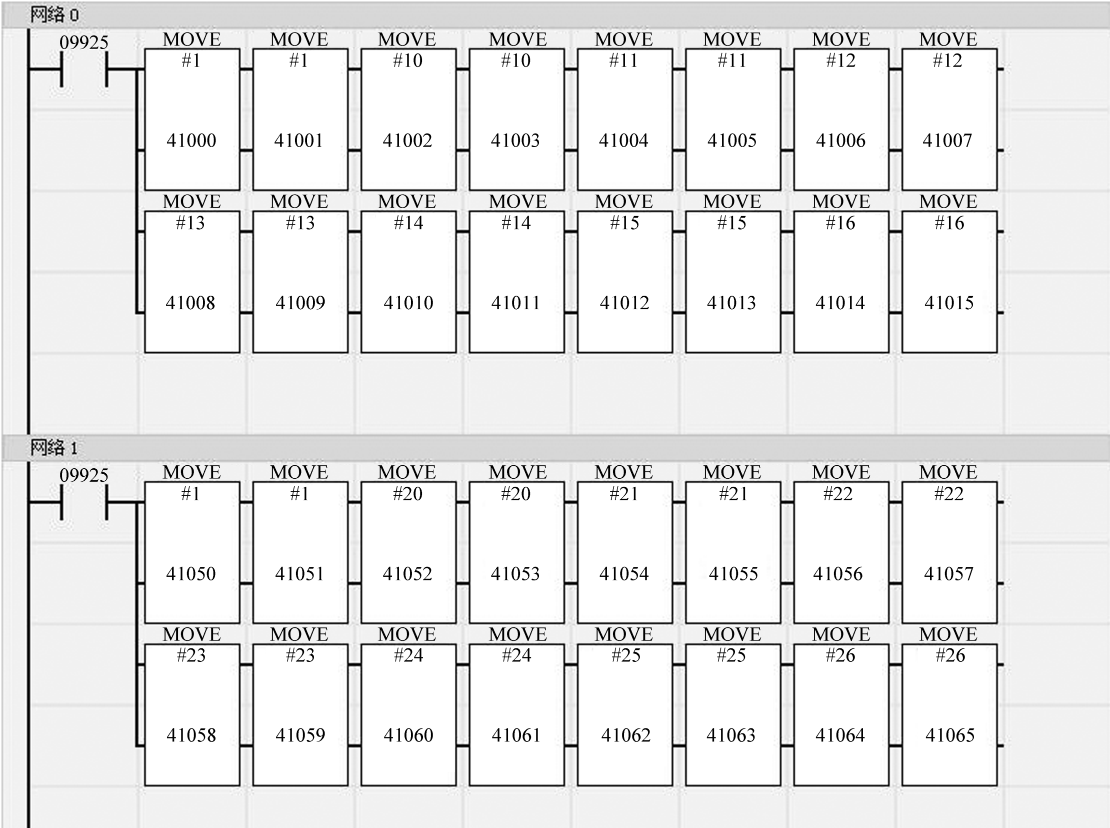


图 8-10　系统初始化程序

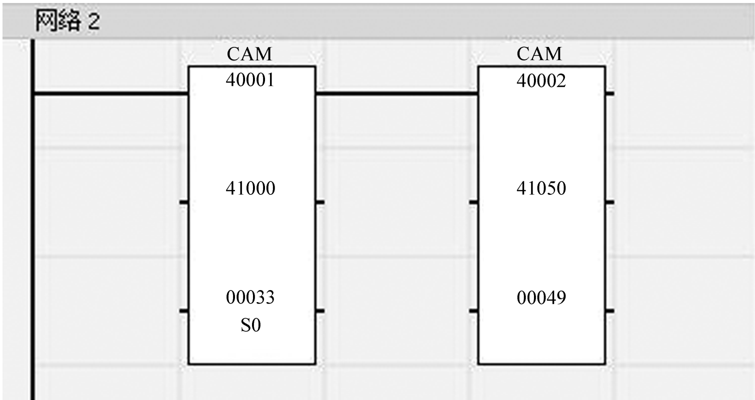


图 8-11　状态转移控制

或者在各过程中通过驱动辅助继电器，在步进顺序控制程序外通过相关辅助继电器控制输出点。

为了避免双线圈驱动，将状态 S11 和 S12 与 T2 并联后，再驱动绿灯 1。

3）设计状态 S13、S14 的控制程序如图 8-14 所示。

进入 S13 状态，驱动黄灯 1（Y2），定时 5s，定时时间到，切换到 S14 状态。

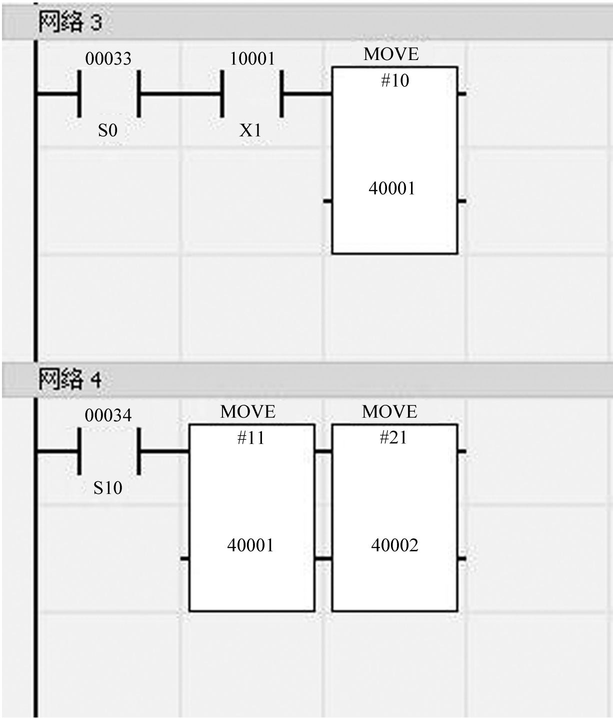


图 8-12　状态 S10

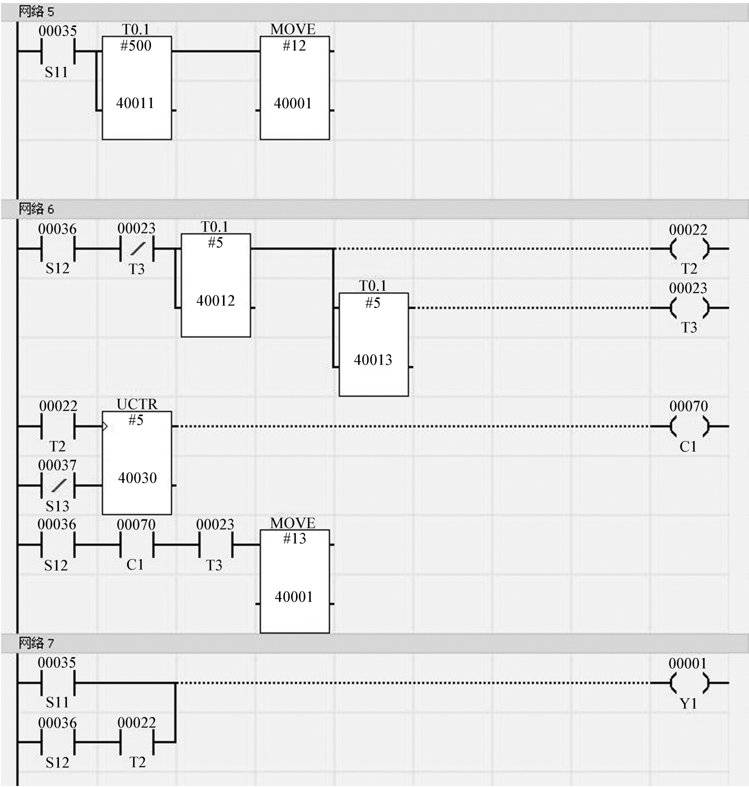


图 8-13　状态 S11、S12

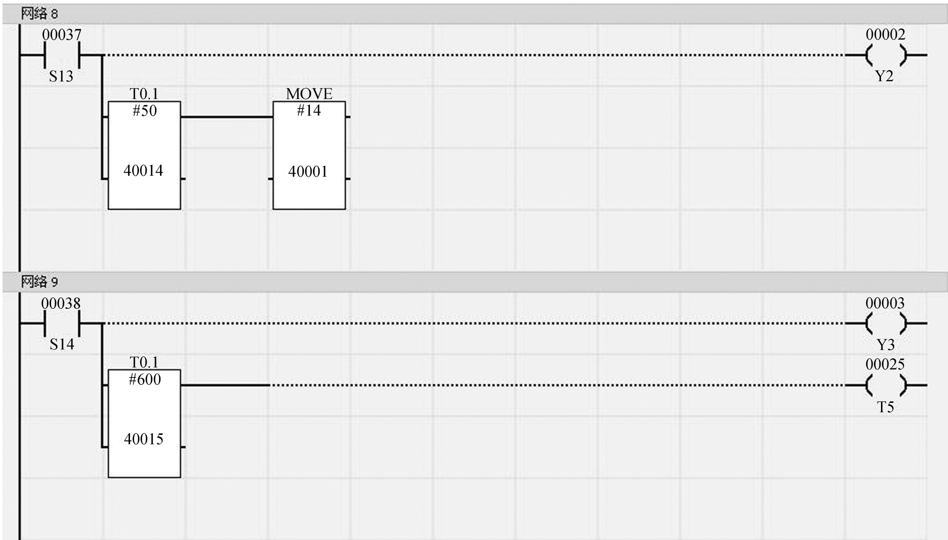


图 8-14　状态 S13、S14

进入 S14 状态，驱动红灯 1（Y3），定时 60s。

4）设计状态 S21 的控制程序如图 8-15 所示。

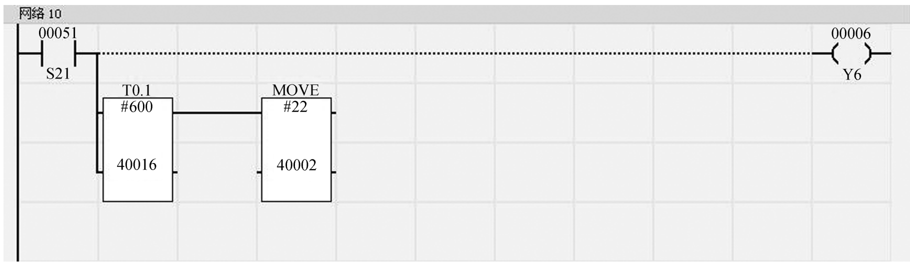


图 8-15　状态 S21

进入 S21 状态，驱动红灯 2（Y6），定时 60s，定时时间到，切换到 S22 状态。

5）设计状态 S22、S23 的控制程序如图 8-16 所示。

进入 S22 状态，驱动绿灯 2（Y4），定时 50s，定时时间到，切换到 S23 状态。

进入 S23 状态，通过定时器 T8、T9，控制绿灯 2 闪烁，闪烁次数由 C2 计数器记录，闪烁次数达到 5 次时，切换到 S24 状态，并复位计数器 C2。

为了避免双线圈驱动，将状态 S22 和 S23 与 T8 并联后，再驱动绿灯 2。

6）设计状态 S24 的控制程序（见图 8-17）

进入 S24 状态，驱动黄灯 2（Y5）。

当状态 S14、S24 均为活动状态时，并行汇合，通过定时器 T5 切换 S10 状态。

V80 步进程序的并行汇合要注意，在切换到 S10 时，注意复位 S24，即通过寄存器赋值指令给 40002 一个初始值。

7）设计系统停止控制如图 8-18 所示。

按下停止按钮，系统回到状态 S0，所有输出复位到零。

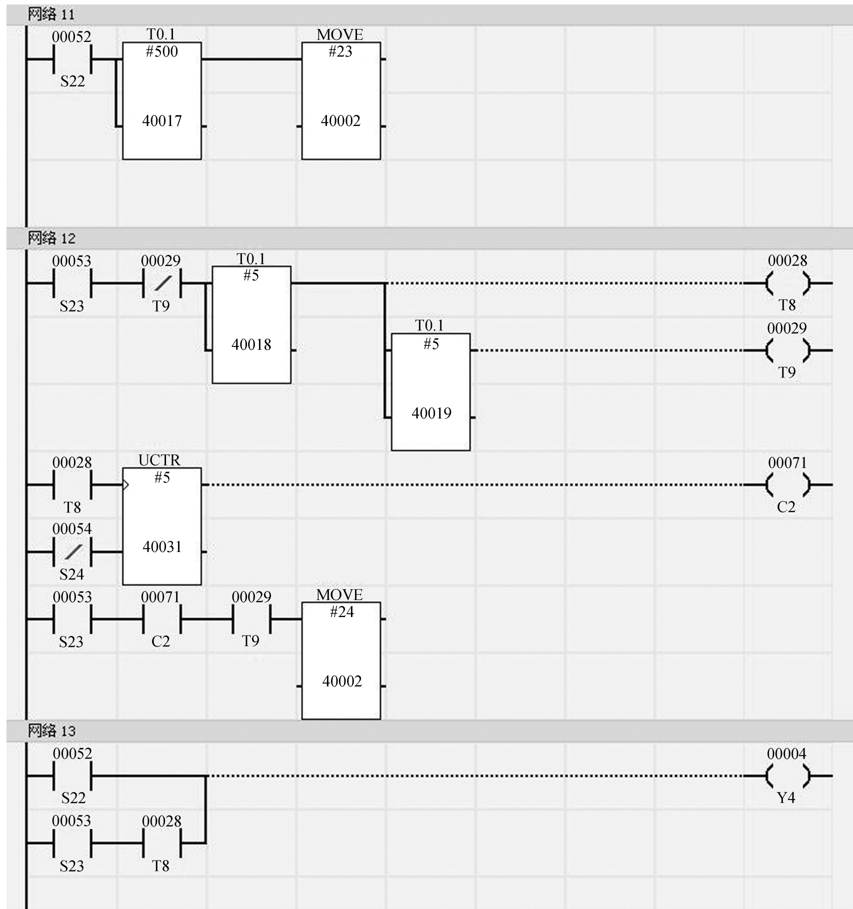


图 8-16　状态 S22、S23

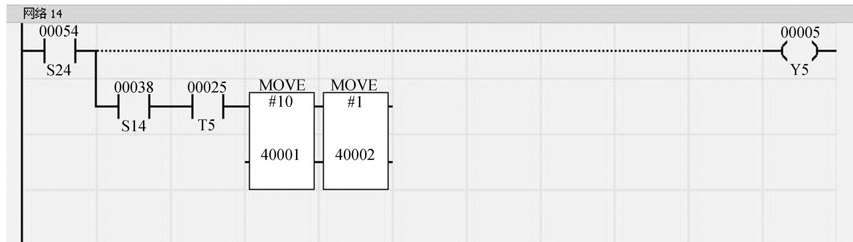


图 8-17　状态 S24

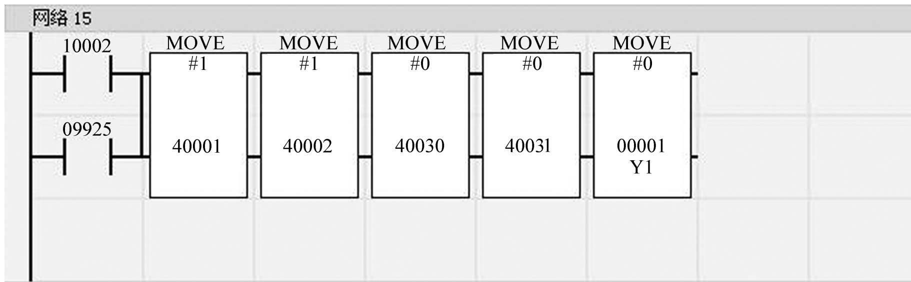


图 8-18　停止控制

实训模块 8　交通灯控制

任务 1　定时控制交通灯

1. 训练目标

1）能够正确设计定时控制交通灯的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成定时控制交通灯线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计、输入 PLC 程序

1）分配 PLC 输入、输出端。

2）配置 PLC 定时器软元件。

3）输入图 8-5 所示的系统起、停控制程序。

4）输入图 8-6 所示的定时器 T1～T6 控制程序。

5）输入图 8-7 所示的定时器 T7～T10 控制程序。

6）输入图 8-8 所示的所有灯控制程序。

绿灯 1 控制函数是：$Y1 = M0 \cdot \overline{T1} + T1 \cdot \overline{T2} \cdot T7$

黄灯 1 控制函数是：$Y2 = T2 \cdot \overline{T3}$

红灯 1 控制函数是：$Y3 = T3$

绿灯 2 控制函数是：$Y4 = T3 \cdot \overline{T4} + T4 \cdot \overline{T5} \cdot T9$

黄灯 2 控制函数是：$Y5 = T5 \cdot \overline{T6}$

红灯 2 控制函数是：$Y6 = M0 \cdot \overline{T3}$

（2）系统安装与调试

1）PLC 按图 8-4 所示的 PLC 接线图接线。

2）连接 PLC，将 PLC 交通灯控制程序下载到 PLC。

3）使 PLC 处于运行模式。

4）按下起动按钮 SB1，观察 PLC 的输出点 Y1～Y6 的状态变化。

5）观察所有定时器的变化，记录各灯点亮的时间，绿灯闪烁的时间。

6）按下停止按钮 SB2，观察 PLC 的输出点 Y1～Y6 的状态，观察所有定时器的计时值，观察交通灯的变化。

任务 2　步进、计数控制交通灯

1. 训练目标

1）能够正确设计步进、计数控制交通灯的 PLC 程序。

2）能正确输入和下载 PLC 控制程序。

3）能够独立完成步进、计数控制交通灯线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计 PLC 程序

1）PLC 输入、输出分配见表 8-3。

2）PLC 状态及其他软元件分配见表 8-4。

3）根据步进、计数控制交通灯状态转移图设计 PLC 控制程序，画出 PLC 梯形图。

（2）输入 PLC 程序

1）输入图 8-12 所示的状态 S10 的控制程序。

2）输入图 8-13 所示的状态 S11、S12 的控制程序。

3）输入图 8-14 所示的状态 S13、S14 的控制程序。

4）输入图 8-15 所示的状态 S21 的控制程序。

5）输入图 8-16 所示的状态 S22、S23 的控制程序。

6）输入图 8-17 所示的状态 S24 的控制程序。

7）输入图 8-18 所示的停止控制程序。

（3）系统安装与调试

1）PLC 按图 8-4 所示的 PLC 接线图接线。

2）连接 PLC，将步进计数交通灯控制程序下载到 PLC。

3）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行模式。

4）按下起动按钮 SB1，观察 PLC 的输出点 Y1 ~ Y6 的状态变化。

5）观察所有定时器、计数器的变化，记录各灯点亮的时间，绿灯闪烁的时间、闪烁次数。

6）按下停止按钮，观察 PLC 的输出点 Y1 ~ Y6 的状态，观察所有定时器的计时值，观察交通灯的变化。

习　题　8

1. 城市交通灯如图 8-19 所示，各交通灯的控制时序如图 8-20 所示，根据交通灯的控制时序要求，设

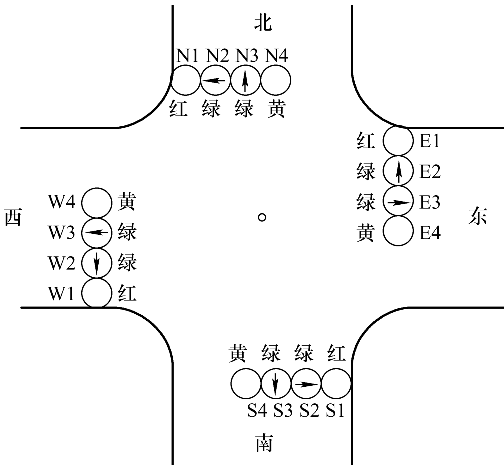


图 8-19　城市交通灯

计城市交通灯的自动运行的步进状态转移图。

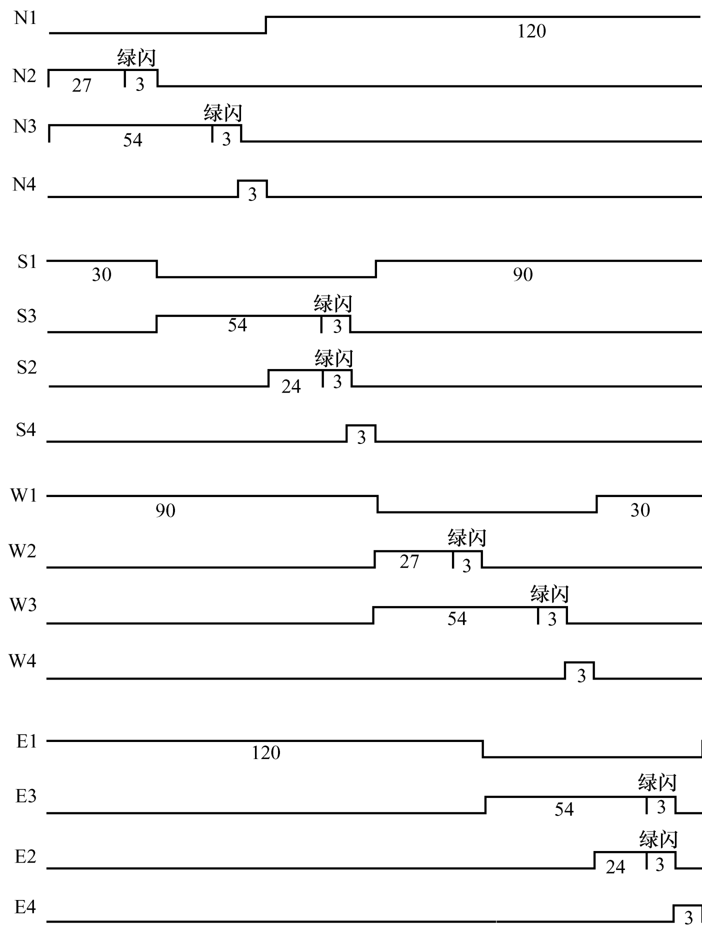


图 8-20　城市交通灯控制时序

2. 使用 V80 系列的 PLC，实现城市交通灯 PLC 控制。根据交通灯的控制时序要求，设计城市交通灯的自动运行的步进状态转移图。根据城市交通灯的自动运行的步进状态转移图，应用辅助继电器应该写出城市交通灯控制函数，输入并调试交通灯的步进顺序控制程序。

3. 应用置位、复位指令实现城市交通灯控制。

4. 应用矩形的轮鼓模拟器指令 CAM 实现城市交通灯控制。

第 9 章　机 床 控 制

9.1　通用机床控制

1. 任务分析

（1）通用车床 CA6140 的电气控制原理图（见图 9-1）

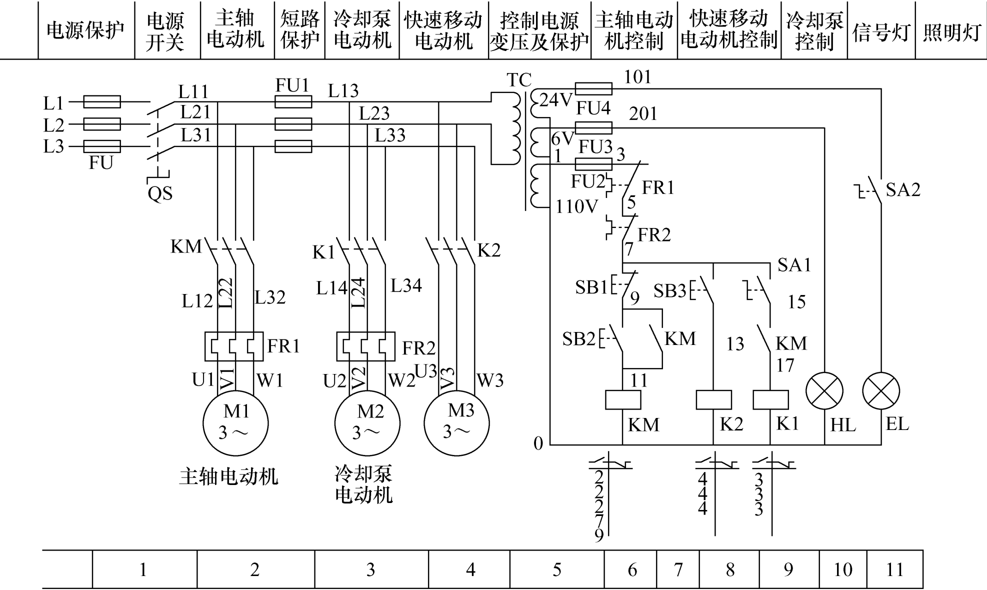


图 9-1　CA6140 电气控制原理图

图中电气元件的作用见表 9-1。

表 9-1　通用车床 CA6140 的电气元件作用

元 件 代 号	元 件 作 用	元 件 代 号	元 件 作 用
SB1	主轴电动机停止按钮	KM	主轴电动机控制接触器
SB2	主轴电动机起动按钮	K1	冷却泵电动机控制继电器
SB3	快速移动电动机点动控制	K2	快速移动电动机控制继电器
SA1	冷却泵电动机手动控制	HL	机床电源指示灯
FR1	主轴电动机过载短路保护		
FR2	冷却泵电动机过载短路保护		

（2）通用车床 CA6140 控制要求

1）按下起动按钮 SB2，主轴电动机控制接触器得电，主轴电动机起动运行。

2）按下停止按钮SB1，主轴电动机控制接触器失电，主轴电动机停止。

3）主轴电动机起动后，扳动冷却泵电动机手动控制开关SA1至闭合位置，冷却泵电动机控制继电器K1得电，冷却泵电动机起动运行。

4）主轴电动机起动后，扳动冷却泵电动机手动控制开关SA1至断开位置，冷却泵电动机控制继电器K1失电，冷却泵电动机停止。

5）按下点动控制按钮SB3，快速移动电动机控制继电器得电，快速移动电动机起动运行。

6）松开点动控制按钮SB3，快速移动电动机控制继电器失电，快速移动电动机停止。

7）过载、短路保护热继电器FR1、FR2任何一个触点断开，接触器KM1、继电器K1、继电器K2断电，所有电动机停止。

（3）控制分析

主轴电动机控制函数：

$$KM1 = (SB2 + KM1) \cdot \overline{SB1} \cdot \overline{FR1} \cdot \overline{FR2}$$

冷却泵电动机控制函数：

$$K1 = KM1 \cdot SA1 \cdot \overline{FR1} \cdot \overline{FR2}$$

快速移动电动机控制函数：

$$K2 = SB3 \cdot \overline{FR1} \cdot \overline{FR2}$$

2. 用PLC控制通用机床

（1）通用机床CA6140的PLC控制

1）PLC的输入、输出I/O分配见表9-2。

表9-2　PLC的输入、输出I/O分配

输　入			输　出		
元件代号	地　址	注　释	元件代号	地　址	注　释
SB1	10001	X1	KM1	00001	Y1
SB2	10002	X2	KM2	00002	Y2
SB3	10003	X3	KM3	00003	Y3
SA1	10004	X4			
FR1	10005	X5			
FR2	10006	X6			

电气控制线路图中K1、K2在PLC控制中分别用KM2、KM3取代。

2）PLC接线图如图9-2所示。

（2）PLC控制程序

1）PLC控制函数：

根据通用机床CA6140的电气原理图可以写出PLC控制函数。

$$Y1 = (X2 + Y1) \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X5} \cdot \overline{X6}$$

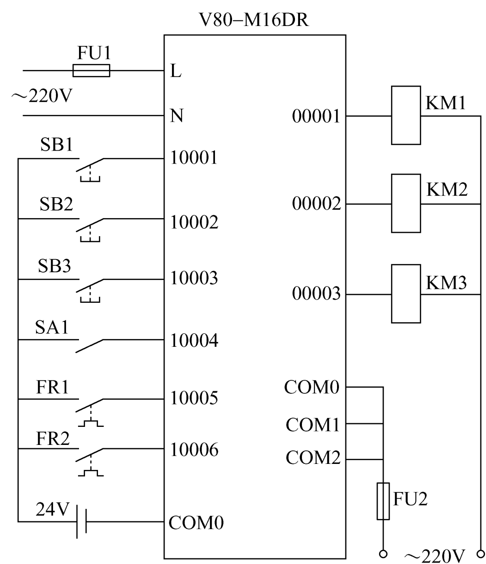


图 9-2 PLC 接线图

$$Y2 = Y1 \cdot X4 \cdot \overline{X5} \cdot \overline{X6}$$

$$Y3 = X3 \cdot \overline{X5} \cdot \overline{X6}$$

2）机床 CA6140 控制梯形图见图 9-3。

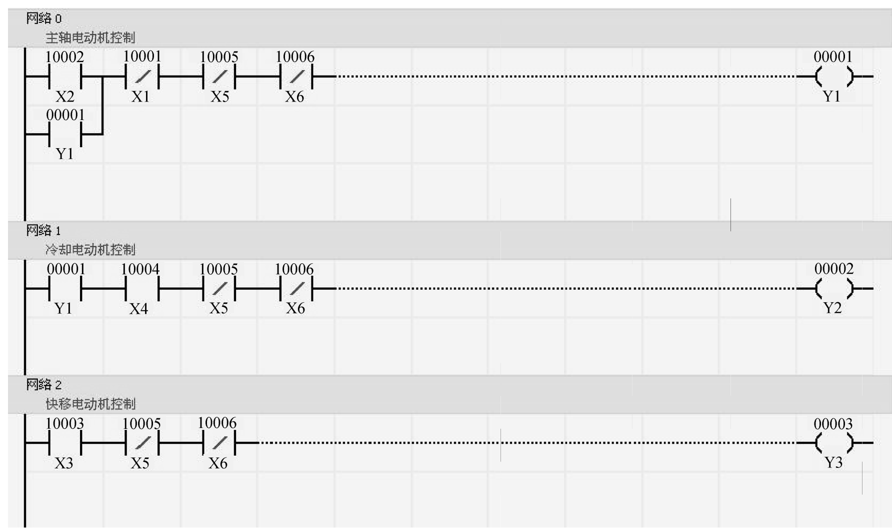


图 9-3 机床 CA6140 控制梯形图

9.2 平面磨床控制

1. 任务分析

（1）通用平面磨床 M7120 的电气控制原理图（见图 9-4）

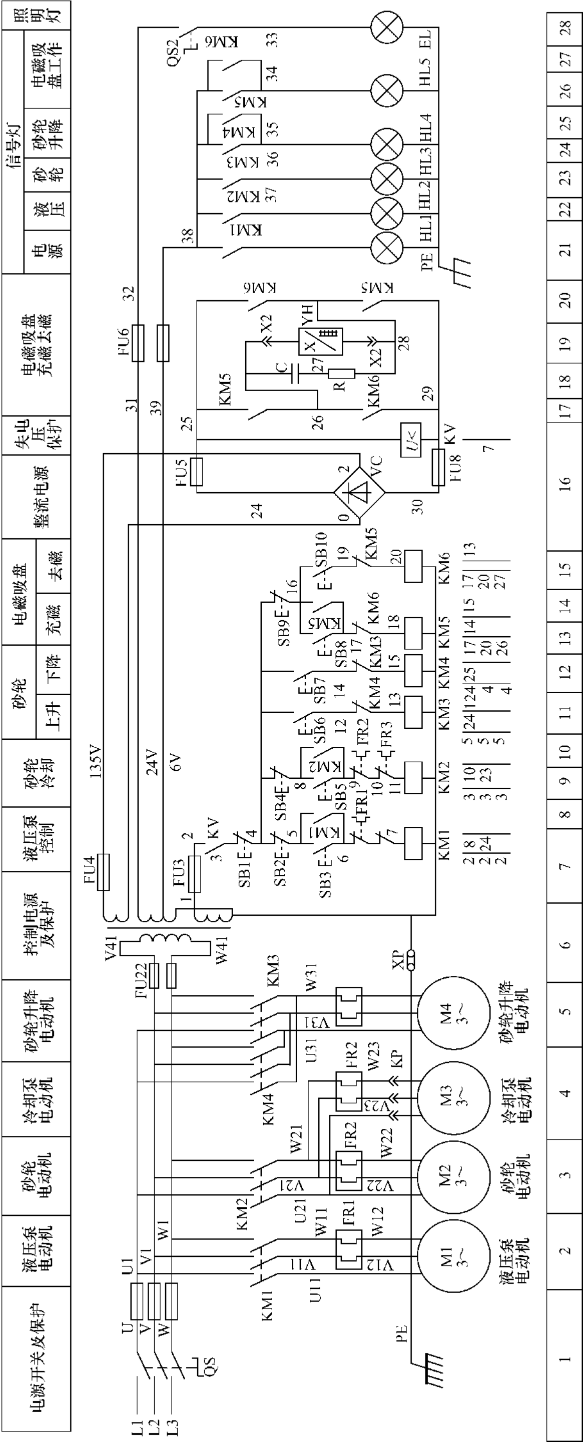


图 9-4 M7120 电气控制原理图

图中平面磨床 M7120 的电气元件的作用见表 9-3。

表 9-3　平面磨床 M7120 的电气元件作用

元件代号	元件作用	元件代号	元件作用
KV	电压继电器	SB1	系统停止按钮
SB2	液压泵电动机停止按钮	SB3	液压泵电动机起动按钮
SB4	砂轮电动机停止按钮	SB5	砂轮电动机起动按钮
SB6	砂轮升降电动机上升按钮	SB7	砂轮升降电动机下降按钮
SB8	电磁吸盘充磁按钮	SB9	电磁吸盘停止充磁按钮
SB10	电磁吸盘去磁按钮	SB11	冷却泵电动机起动按钮
SB12	冷却泵电动机停止按钮	FR1	液压泵过载保护
FR2	砂轮电动机过载保护	FR3	冷却泵电动机过载保护
KM1	液压泵电动机控制接触器	KM2	砂轮电动机控制接触器
KM3	砂轮上升控制接触器	KM4	砂轮下降控制接触器
KM5	电磁吸盘充磁控制接触器	KM6	电磁吸盘去磁控制接触器
KM7	冷却泵电动机控制接触器		

（2）通用平面磨床 M7120 的控制要求

1）合上电源总开关 QS，电压继电器得电，电压继电器常开触点闭合，接通控制电路电源。

2）按下液压泵电动机起动按钮 SB3，液压泵电动机控制接触器 KM1 得电，液压泵电动机起动运行。

3）按下液压泵电动机停止按钮 SB2，液压泵电动机控制接触器 KM1 失电，液压泵电动机停止。

4）按下砂轮电动机起动按钮 SB5，砂轮电动机控制接触器 KM2 得电，砂轮电动机起动运行。

5）按下砂轮电动机停止按钮 SB4，砂轮电动机控制接触器 KM2 失电，砂轮电动机停止。

6）砂轮电动机起动后，可以通过插、拔插接件 KP 控制冷却泵电动机的运行和停止。

7）按下砂轮升降电动机上升按钮 SB6，接通砂轮上升控制接触器 KM3，砂轮升降电动机正转，砂轮上升。

8）按下砂轮升降电动机下降按钮 SB7，接通砂轮下降控制接触器 KM4，砂轮升降电动机反转，砂轮下降。

9）按下电磁吸盘充磁按钮 SB8，电磁吸盘充磁控制接触器 KM5 得电，电磁吸盘充磁。

10）按下电磁吸盘停止充磁按钮 SB9，电磁吸盘充磁控制接触器 KM5 失电，电磁吸盘停止充磁。

11）按下电磁吸盘去磁按钮SB10，电磁吸盘去磁控制接触器KM6得电，电磁吸盘点动去磁。

12）松开电磁吸盘去磁按钮SB10，电磁吸盘去磁控制接触器KM6失电，电磁吸盘停止去磁。

13）过载、短路保护热继电器FR1触点断开，接触器KM1失电，液压泵电动断电，液压泵电动得到过载、短路保护。

14）FR1、FR2任何一个触点断开，接触器KM2失电，砂轮电动机和冷却泵电动机断电，砂轮电动机和冷却泵电动机得到过载、短路保护。

15）按下冷却泵电动机起动按钮SB11，冷却泵电动机控制接触器KM7得电，冷却泵电动机起动运行。

16）按下冷却泵电动机停止按钮SB12，冷却泵电动机控制接触器KM7失电，冷却泵电动机停止。

2. 用PLC控制通用平面磨床

（1）通用平面磨床M7120的PLC控制

1）PLC的输入、输出I/O分配见表9-4。

表9-4 PLC的输入、输出I/O分配

输入			输出		
元件代号	地址	注释	元件代号	地址	注释
SB1	10001	X1	KM1	00001	Y1
SB2	10002	X2	KM2	00002	Y2
SB3	10003	X3	KM3	00003	Y3
SB4	10004	X4	KM4	00004	Y4
SB5	10005	X5	KM5	00005	Y5
SB6	10006	X6	KM6	00006	Y6
SB7	10007	X7	KM7①	00007	Y7
SB8	10008	X8			
SB9	10009	X9			
SB10	10010	X10			
SB11①	10011	X11			
SB12①	10012	X12			
FR1	10013	X13			
FR2	10014	X14			
FR3	10015	X15			
KV	10016	X16			

① 技术改造中增加KM7，同时增加两个控制按钮SB11和SB12，以便于操作。让工人每次去插、拔连接不方便，自动化改造常常考虑作适当修改，提高自动化水平。

2）PLC 接线图如图 9-5 所示。

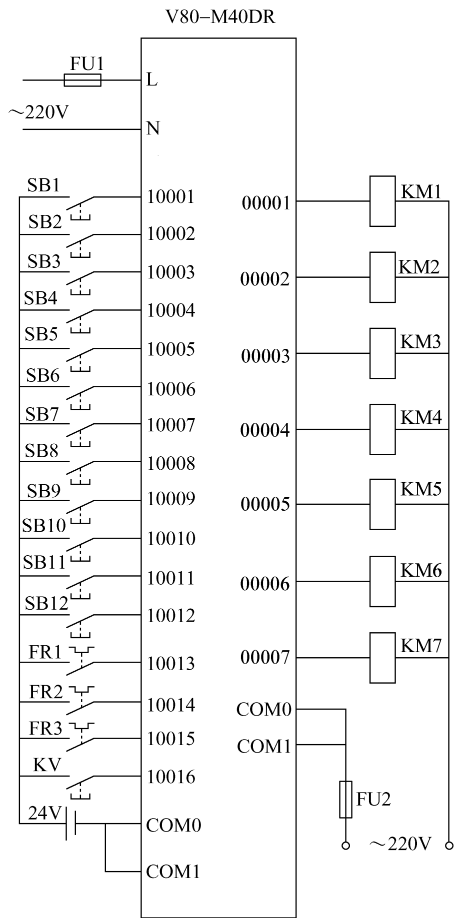


图 9-5　PLC 接线图

（2）PLC 控制程序

1）根据通用平面磨床 M7120 的电气原理图可以写出 PLC 控制函数。

$$Y1 = (X3 + Y1) \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X2} \cdot \overline{X13} \cdot X16$$

$$Y2 = (X5 + Y2) \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X4} \cdot \overline{X14} \cdot \overline{X15} \cdot X16$$

$$Y3 = X6 \cdot X16 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{Y4}$$

$$Y4 = X7 \cdot X16 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{Y3}$$

$$Y5 = (X8 + Y5) \cdot X16 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X9} \cdot \overline{Y6}$$

$$Y6 = X10 \cdot X16 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X9} \cdot \overline{Y5}$$

$$Y7 = (X11 + Y7) \cdot Y2 \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X15}$$

2）根据 PLC 控制函数设计 PLC 控制梯形图如图 9-6 所示。

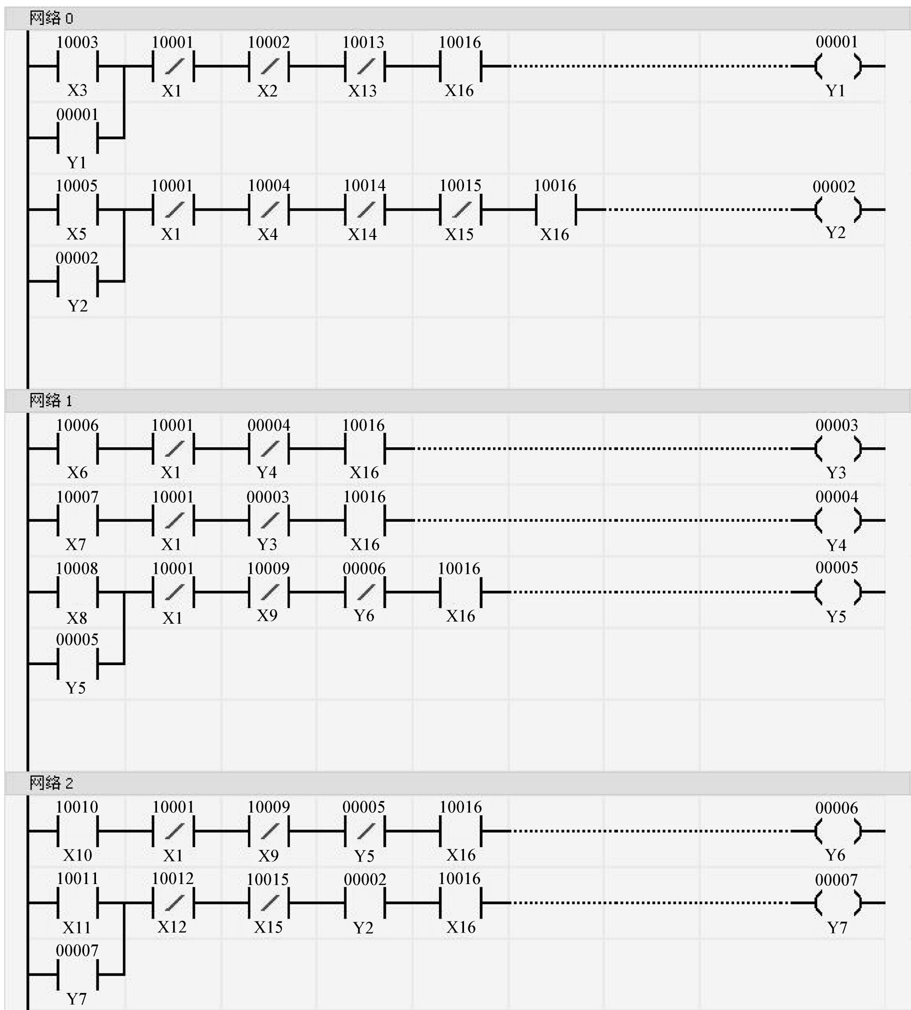


图 9-6　M7210 磨床的 PLC 控制梯形图

实训模块 9　机 床 控 制

任务 1　通用车床 CA6140 控制

1. 训练目标

1）能够正确设计通用车床 CA6140 控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成通用车床 CA6140 电气线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计、输入 PLC 程序

1）根据主轴电动机控制函数设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

2）输入主轴电动机控制的 PLC 程序。

3）根据冷却泵电动机控制函数设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

4）输入冷却泵电动机控制的 PLC 程序。

5）根据快速移动电动机控制函数设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

6）输入快速移动电动机控制的 PLC 程序。

7）输入完成的 PLC 梯形图如图 9-3 所示。

（2）系统安装与调试

1）主电路按图 9-1 所示的通用车床 CA6140 电气线路主电路接线。

2）PLC 按图 9-2 所示的通用车床 CA6140 控制的 PLC 接线图接线。

3）将 PLC 程序下载到 PLC。

4）使 PLC 处于运行状态。

5）按下主轴电动机起动按钮 SB2，观察 PLC 输出点 00001，观察主轴电动机的运行。

6）扳动冷却泵电动机手动控制转换开关 SA1 至闭合位置，观察 PLC 输出点 00002，观察冷却泵电动机的运行。

7）扳动冷却泵电动机手动控制转换开关 SA1 至断开位置，观察 PLC 输出点 00002，观察冷却泵电动机的运行。

8）按下快速移动电动机点动按钮 SB3，观察 PLC 输出点 00003，观察快速移动电动机的运行。

9）松开快速移动电动机点动按钮 SB3，观察 PLC 输出点 00003，观察快速移动电动机的运行。

10）按下主轴电动机停止按钮 SB1，观察 PLC 输出点 00001，观察主轴电动机的运行。

任务 2　通用平面磨床 M7120 控制

1. 训练目标

1）能够正确设计通用平面磨床 M7120 控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成通用平面磨床 M7120 电气线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）设计、输入 PLC 程序

1）根据液压泵电动机的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

2）输入液压泵电动机控制的 PLC 程序。

3）根据砂轮电动机控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

4）输入砂轮电动机控制的 PLC 程序。

5）根据砂轮升降电动机上升的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

6）输入砂轮升降电动机上升控制的 PLC 程序。

7）根据砂轮升降电动机下降的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

8）输入砂轮升降电动机下降控制的 PLC 程序。

9）根据电磁吸盘充磁的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

10）输入电磁吸盘充磁控制的 PLC 程序。

11）根据电磁吸盘去磁的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

12）输入电磁吸盘去磁控制的 PLC 程序。

13）根据冷却泵电动机的控制要求设计 PLC 控制函数，并画出梯形图程序。

14）输入冷却泵电动机控制的 PLC 程序。

15）输入完成的 PLC 梯形图如图 9-6 所示。

（2）系统安装与调试

1）主电路按图 9-4 所示的通用平面磨床 M7120 控制电气线路主电路接线。

2）PLC 按图 9-5 所示的通用平面磨床 M7120 控制的 PLC 接线图接线。

3）连接 PLC，将 PLC 程序下载到 PLC。

4）使 PLC 处于运行状态。

5）按下液压泵电动机起动按钮 SB3，观察 PLC 输出点 00001，观察主液压泵电动机的运行。

6）按下液压泵电动机停止按钮 SB2，观察 PLC 输出点 00001，观察主液压泵电动机的运行。

7）按下砂轮电动机起动控制按钮 SB5，观察 PLC 输出点 00002，观察砂轮电动机的运行。

8）按下砂轮电动机停止控制按钮 SB4，观察 PLC 输出点 00002，观察砂轮电动机的运行。

9）按下砂轮升降电动机上升控制按钮 SB6，观察 PLC 输出点 00003，观察砂轮升降电动机的运行。

10）按下砂轮升降电动机下降控制按钮 SB7，观察 PLC 输出点 00004，观察砂轮升降电动机的运行。

11）按下总控停止按钮 SB1，观察系统运行状况。

12）按电磁吸盘充磁起动控制按钮 SB8，观察 PLC 输出点 00005，观察线圈 YH 的工作。

13）按下电磁吸盘充磁停止控制按钮 SB9，观察 PLC 输出点 00005，观察线圈 YH 的工作。

14）按电磁吸盘去磁控制按钮 SB10，观察 PLC 输出点 00006，观察线圈 YH 的工作。

15）松开电磁吸盘去磁控制按钮 SB10，观察 PLC 输出点 00006，观察线圈 YH 的工作。

16）按下冷却泵电动机起动按钮 SB11，观察 PLC 输出点 00007，观察冷却泵电动机的运行。

17）按下冷却泵电动机停止按钮 SB12，观察 PLC 输出点 00007，观察冷却泵电动机的运行。

习 题 9

1. 当停止按钮、热继电器触点采用常闭输入时，相应的控制函数如何写？相应的 PLC 程序如何编制？

2. Z3050 型摇臂钻床电气控制线路如图 9-7 所示，请根据摇臂钻床电气线路的控制要求，设计摇臂钻床

电气控制的 PLC 程序。

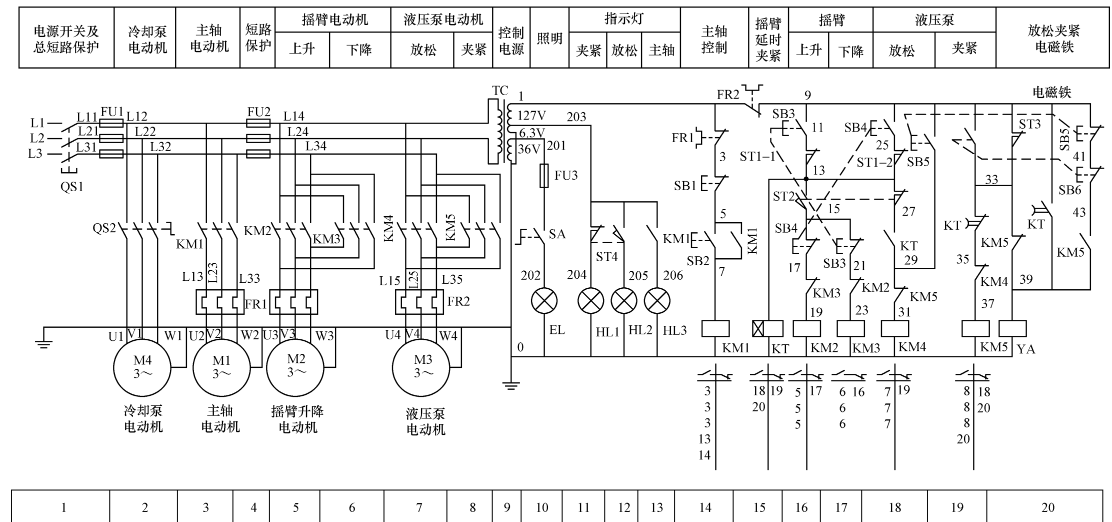


图 9-7　Z3050 型摇臂钻床电气控制线路

3. X62W 铣床电气控制线路如图 9-8 所示，请根据铣床电气线路的控制要求，设计铣床电气控制的 PLC 程序。

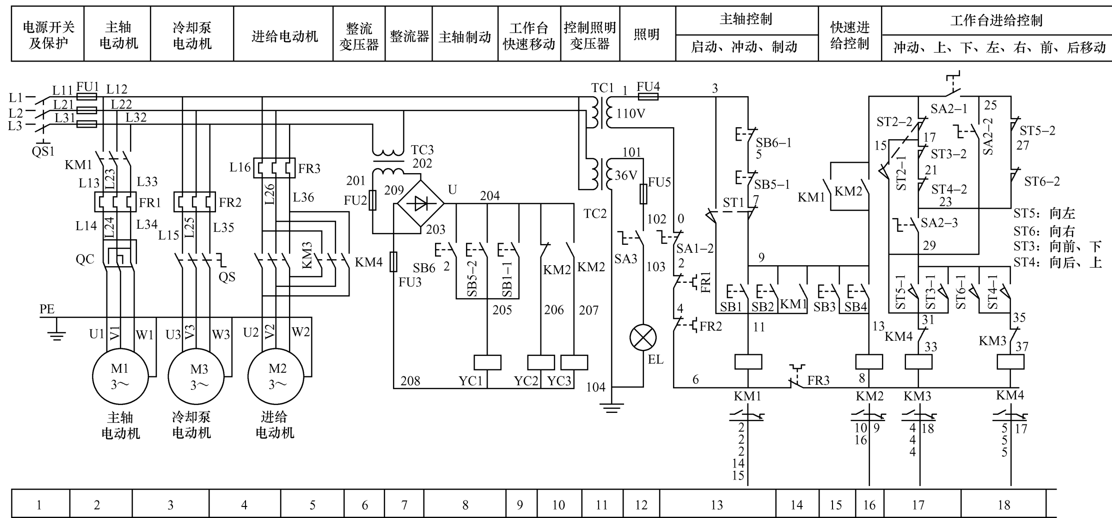


图 9-8　X62W 铣床电气控制线路

第 10 章　随 机 控 制

10.1　随机控制简介

所谓随机控制就是指控制的输入和输出间没有固定的控制需求，而是根据输入的随机变化，控制输出的变化。

例如：某住宅小区使用 3 台水泵、7 个水箱给居民供水，当有 1 个或 2 个水箱处于低水位时，启动 1 个水泵抽水。当有 3 ~5 个水箱处于低水位时，启动 2 个水泵抽水。当有 6 个以上的水箱处于低水位时，启动 3 个水泵抽水。3 个水泵 A、B、C 工作顺序 24 小时切换一次。即今天的顺序是 A、B、C，明天的顺序是 B、C、A，后天的顺序是 C、A、B，此后如此循环。

电梯也是随机控制的典型案例。电梯上升、下降、停车受各层楼呼梯信号、轿厢内呼梯信号等信号的控制，而这些呼梯信号没有固定的模式，是随机的，因此，电梯的运行就受这些随机信号的控制。

对于随机控制，采用逻辑控制设计法是十分有效的。本章根据三层电梯的控制需求，介绍逻辑控制设计法在电梯控制中的应用。

10.2　三层电梯控制

1. 任务分析

（1）控制要求

1）当电梯停于 1 层或 2 层时，如果按 3AS 按钮呼叫，则电梯上升到 3 层，由行程开关 3LS 停止。

2）当电梯停于 3 层或 2 层时，如果按 1AS 按钮呼叫，则电梯下降到 1 层，由行程开关 1LS 停止。

3）当电梯停于 1 层时，如果按 2AS 按钮呼叫，则电梯上升到 2 层，由行程开关 2LS 停止。

4）当电梯停于 3 层时，如果按 2AX 按钮呼叫，则电梯下降到 2 层，由行程开关 2LS 停止。

5）当电梯停于 1 层时，如果按 2AS、3AS 按钮呼叫，则电梯先上升到 2 层，由行程开关 2LS 暂停 3s，继续上升到三层，由 3LS 停止。

6）当电梯停于 3 层时，如果按 2AX、1AS 按钮呼叫，则电梯先下降到 2 层，由行程开关 2LS 暂停 3s，继续下降到 1 层，由 1LS 停止。

7）电梯上升途中，任何反方向的下降按钮呼叫无效。电梯下降途中，任何反方向的上升按钮呼叫无效。

（2）逻辑控制设计法

逻辑控制设计法就是应用逻辑代数以逻辑控制组合的方法和形式设计 PLC 电气控制系统。

对于任何一个电气控制线路，线路的接通或断开，都是通过继电器的触点来实现的，故电气控制线路的各种功能必定取决于这些触点的断开、闭合两种逻辑控制状态。因此，电气控制线路从本质上来说是一种逻辑控制线路，它可用逻辑代数来表示。

PLC 的梯形图程序的基本形式也是逻辑运算与、或、非的逻辑组合，逻辑代数表达式与梯形图有一一对应关系，可以相互转化。

电路中常开触点用原变量表示，常闭触点用反变量表示。触点串联可用逻辑与表示，触点并联可用逻辑或表示，其他更复杂的电路，可用组合逻辑表示。

对于图 10-1 的梯形图，可以写出对应的逻辑控制函数表达式

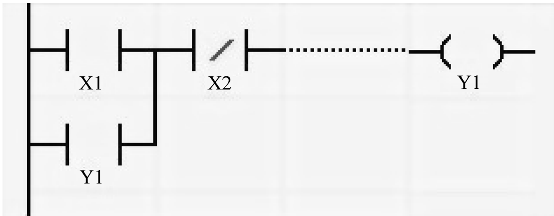


图 10-1　梯形图

$$Y1 = (X1 + Y1) \cdot \overline{X2}$$

对于逻辑控制函数表达式 $Y2 = (X1 \cdot \overline{M2} + \overline{X2} \cdot M1) \cdot \overline{M3}$，对应的梯形图如图 10-2 所示。

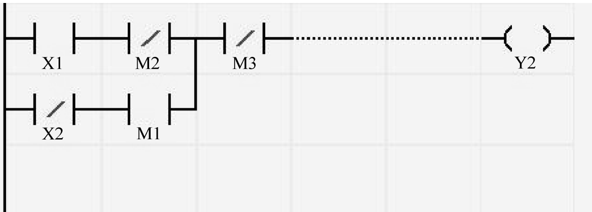


图 10-2　逻辑表达式对应的梯形图

用逻辑设计法设计 PLC 程序的步骤：

1）通过分析控制课题，明确任务和控制要求。

2）将任务、控制要求转换为逻辑控制课题。

3）列真值表分析输入、输出关系或直接写出逻辑控制函数。

4）根据逻辑控制函数画出梯形图。

（3）三层电梯控制分析

三层电梯控制输入、输出均为开关量，按控制逻辑 $Y = (QA + Y) \cdot \overline{TA}$ 表达式，分析 QA 进入条件、TA 退出条件，可直接逐条进行逻辑控制设计。

PLC 输入、输出分配见表 10-1。

表 10-1　PLC 的输入、输出

输　入			输　出		
元　件	地　址	注　释	元　件	地　址	注　释
1 层上行呼叫 1AS	10001	X1	上行输出	00001	Y1
2 层上行呼叫 2AS	10002	X2	下行输出	00002	Y2
2 层下行呼叫 2AX	10003	X3			
3 层上行呼叫 3AS	10004	X4			
1 层行程开关 1LS	10005	X11			
2 层行程开关 2LS	10006	X12			
3 层行程开关 3LS	10007	X13			

1）当电梯停于1层或2层时，如果按3AS按钮呼叫，则电梯上升到3层，由行程开关3LS停止。

这一条逻辑控制中的输出为上升，其进入条件为3AS呼叫，且电梯停在1层或2层，用3LS表示停的位置，因此，进入条件可以表示为

$$(1LS+2LS)\cdot 3AS=(X11+X12)\cdot X4$$

退出条件为3LS动作，因此逻辑输出方程为

$$\begin{aligned}Y1&=[(1LS+2LS)3AS+Y1]\cdot\overline{3LS}\\&=[(X11+X12)X4+Y1]\cdot\overline{X3}\end{aligned}$$

2）当电梯停于3层或2层时，如果按1AS按钮呼叫，则电梯下降到1层，由行程开关1LS停止。

此条逻辑控制中输出为下降，其进入条件为

$$(2LS+3LS)\cdot 1AS=(X12+X13)\cdot X1$$

退出条件为1LS动作，逻辑输出方程为

$$\begin{aligned}Y2&=[(2LS+3LS)1AS+Y2]\cdot\overline{1LS}\\&=[X12+X13)X1+Y2]\cdot\overline{X11}\end{aligned}$$

3）当电梯停于1层时，如果按2AS按钮呼叫，则电梯上升到2层，由行程开关2LS停止。

此条逻辑控制中输出为上升，其进入条件为

$$1LS\cdot 2AS=X11\cdot X2$$

退出条件为2LS动作，逻辑输出方程为

$$\begin{aligned}Y1&=(1LS\cdot 2AS+Y1)\cdot\overline{2LS}\\&=(X11\cdot X2+Y1)\cdot\overline{X12}\end{aligned}$$

4）当电梯停于3层时，如果按2AX按钮呼叫，则电梯下降到2层，由行程开关2LS停止。

此条逻辑控制中输出为下降，其进入条件为

$$3LS\cdot 2AX=X13\cdot X3$$

退出条件为2LS动作，逻辑输出方程为

$$Y2=(X13\cdot X3+Y2)\cdot\overline{X12}$$

5）当电梯停于1层时，如果按2AS、3AS按钮呼叫，则电梯先上升到2层，由行程开关2LS暂停3s，继续上升到3层，由3LS停止。

此条逻辑控制中输出为上升，为了控制电梯到2层后暂停3s，要用定时器T1，其进入条件为

$$1LS\cdot 2AS\cdot 3AS+T1=X11\cdot X2\cdot X4+T1$$

退出条件为2LS或3LS动作，逻辑输出方程为

$$\begin{aligned}Y1&=(X11\cdot X2\cdot X4+T1+Y1)\cdot\overline{X12+X13}\\&=(X11\cdot X2\cdot X4+T1+Y1)\cdot\overline{X12}\cdot\overline{X13}\end{aligned}$$

6）当电梯停于3层时，如果按2AX、1AS按钮呼叫，则电梯先下降到2层，由行程开关2LS暂停3s，继续下降到1层，由1LS停止。

此条逻辑控制中输出为下降，为了控制电梯到2层后暂停3s，要用定时器T2，其进入

条件为

$$3LS \cdot 2AX \cdot 1AS + T2 = X13 \cdot X3 \cdot X1 + T2$$

退出条件为 2LS 或 1LS 动作，逻辑输出方程为

$$\begin{aligned} Y2 &= (X13 \cdot X3 \cdot X1 + T2 + Y2) \cdot \overline{X12 + X11} \\ &= (X13 \cdot X3 \cdot X1 + T2 + Y2) \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X11} \end{aligned}$$

7）电梯上升途中，任何反方向的下降按钮呼叫无效。电梯下降途中，任何反方向的上升按钮呼叫无效。

为了实现电梯上升途中，任何反方向的下降按钮呼叫无效，只需在下降输出方程中串联 Y1 的“非”，即实现互锁，当 Y1 动作时，不允许 Y2 动作。为了在实现电梯下降途中任何反方向的上升按钮呼叫无效控制要求，可以通过在上升输出方程中串联 Y2 的“非”来实现。

由于 Y1、Y2 由多个逻辑表达式实现，画梯形图及编程不方便，使用辅助继电器 M1、M3、M5、M7 分别表示第 1、3、5 条控制要求的输出函数和 T1 的控制。使用辅助继电器 M2、M4、M6、M8 分别表示第 2、4、6 条控制要求的输出函数和 T2 的控制。

上升逻辑控制输出方程整理如下：

$$M1 = [(X11 + X12)X4 + M1] \cdot \overline{X13}$$

$$M3 = (X11 \cdot X2 + M3) \cdot \overline{X12}$$

$$M5 = (X11 \cdot X2 \cdot X4 + T1 + M5) \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X13}$$

为了达到电梯上行到 2 层时暂停 3s 定时时间到可以继续上升的控制要求，M5 应修改为进入优先式设计，控制逻辑按 $Y = QA + Y \cdot \overline{TA}$进入优先式表达式进行设计，即

$$M5 = X11 \cdot X2 \cdot X4 + T1 + M5 \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X13}$$

$$M7 = (X12 \cdot M5 + M7) \cdot \overline{T1}$$

$$I11 = M7$$

$$Y1 = (M1 + M3 + M5) \cdot \overline{Y2}$$

下降逻辑输出方程整理如下：

$$M2 = [(X12 + X13)X1 + M2] \cdot \overline{X11}$$

$$M4 = (X13 \cdot X3 + M4) \cdot \overline{X12}$$

$$M6 = (X13 \cdot X3 \cdot X1 + T2 + M6) \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X11}$$

为了达到电梯下行到 2 层时暂停 3s 定时时间到可以继续下降的控制要求，M6 应修改为进入优先式设计，控制逻辑按 $Y = QA + Y \cdot \overline{TA}$进入优先式表达式进行设计，即

$$M6 = X13 \cdot X3 \cdot X1 + T2 + M6 \cdot \overline{X12} \cdot \overline{X11}$$

$$M8 = (X12 \cdot M6 + M8) \cdot \overline{T2}$$

$$I21 = M8$$

$$Y2 = (M2 + M4 + M6) \cdot \overline{Y1}$$

2. PLC 简易电梯控制

（1）PLC 软元件分配

PLC 输入、输出分配见表 10-1。

其他软元件分配见表 10-2。

表 10-2　其他软元件分配

元件名称	软元件	注释	作用
定时器 1	00041	T1	上升延时
定时器 2	00042	T2	下降延时
辅助继电器 1	00051	M1	辅助方程 1
辅助继电器 2	00052	M2	辅助方程 2
辅助继电器 3	00053	M3	辅助方程 3
辅助继电器 4	00054	M4	辅助方程 4
辅助继电器 5	00055	M5	辅助方程 5
辅助继电器 6	00056	M6	辅助方程 6
辅助继电器 7	00057	M7	辅助方程 7
辅助继电器 8	00058	M8	辅助方程 8

（2）PLC 接线图

PLC 接线图如图 10-3 所示。

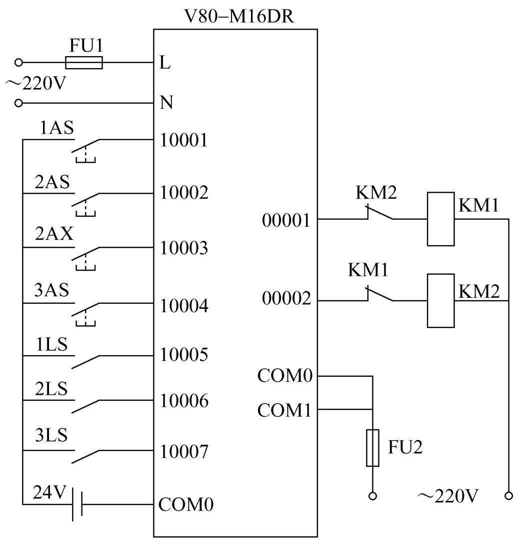


图 10-3　简易电梯 PLC 接线图

（3）根据逻辑输出函数可画出三层电梯控制梯形图

（4）控制电梯上升的梯形图（见图 10-4）

（5）控制电梯下降运行的梯形图（见图 10-5）

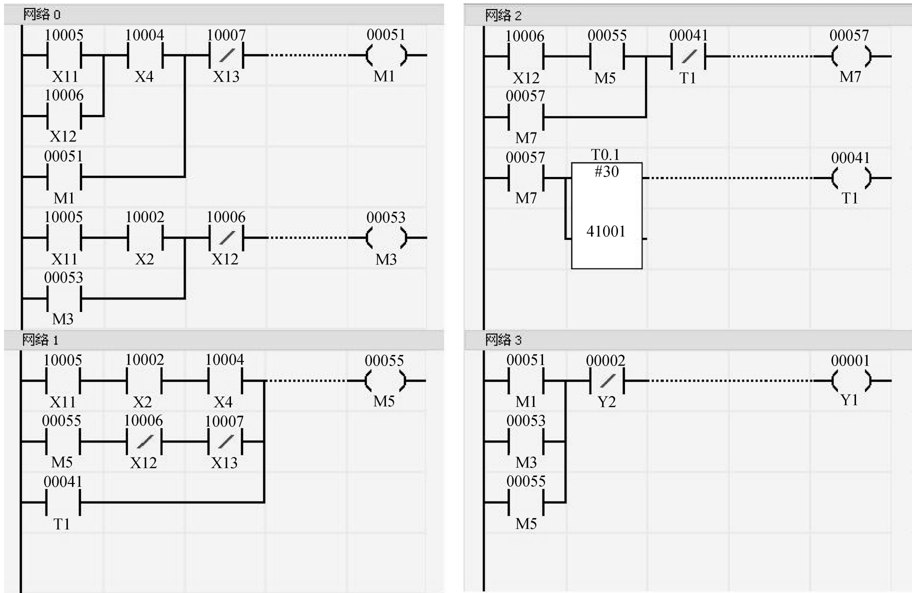


图 10-4　电梯上行控制

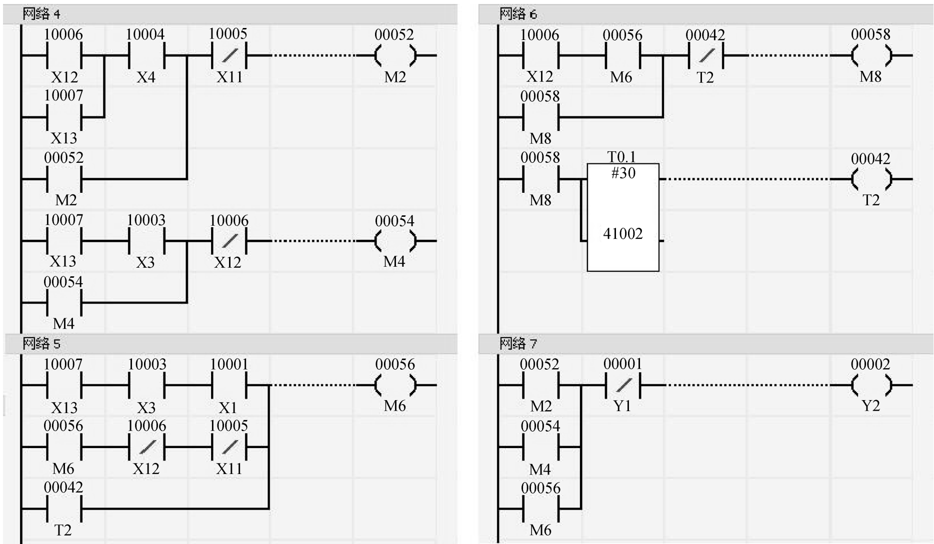


图 10-5　电梯下行控制

10.3　PLC 控制程序移植

PLC 控制程序移植就是将一种 PLC 的控制程序转换为另一种 PLC 的控制程序的过程。例如将三菱 FX 系列 PLC 的控制程序转换为矩形 V80 系列 PLC 的控制程序。学会 PLC 控制程序的移植可以将其他采用某种 PLC 控制比较成功的案例引入到另一种 PLC 控制中，在实

际应用中可减少控制错误，并提高工作效率。

通过 PLC 控制程序移植和矩形 PLC 学习机，也可以学习和验证其他的 PLC 的控制程序。通过一种 PLC 学习机，学好多种 PLC，也可以提高矩形 PLC 学习机使用效率。

1. 将三菱的 PLC 控制程序移植为矩形 PLC 控制程序

（1）三菱 FX 系列 PLC 控制程序移植为矩形 V80 系列 PLC 的控制程序的基本方法

PLC 控制程序移植的方法之一就是通过控制函数做中介来进行移植。以三相异步电动机单向连续起停 PLC 控制为例，PLC 控制程序的具体移植方法如下：

1）根据三菱 FX 系列 PLC 的控制程序写出逻辑控制函数。

$$Y001=(X001+Y001)\cdot\overline{X002}\cdot\overline{X003}$$

2）设置矩形 V80 系列 PLC 的符号变量、软元件地址。

矩形 V80 系列 PLC 的符号变量、软元件地址见表 10-3。

表 10-3　V80 系列 PLC 符号变量、软元件地址

元件名称	元件代号	三菱软元件地址	符号变量	软元件地址
起动按钮	SB1	X001	X1	10001
停止按钮	SB2	X002	X2	10002
热继电器	FR1	X003	X3	10003
接触器	KM1	Y001	Y1	00001

3）根据三菱 PLC 的控制程序的逻辑控制函数，用符号变量写出矩形 V80 系列 PLC 的控制函数。

$$Y1=(X1+Y1)\cdot\overline{X2}\cdot\overline{X3}$$

4）根据矩形 V80 系列 PLC 的控制函数设计矩形 V80 系列 PLC 的控制梯形图程序。

根据矩形 V80 系列 PLC 的控制函数设计矩形 V80 系列 PLC 的控制梯形图程序如图 10-6 所示。

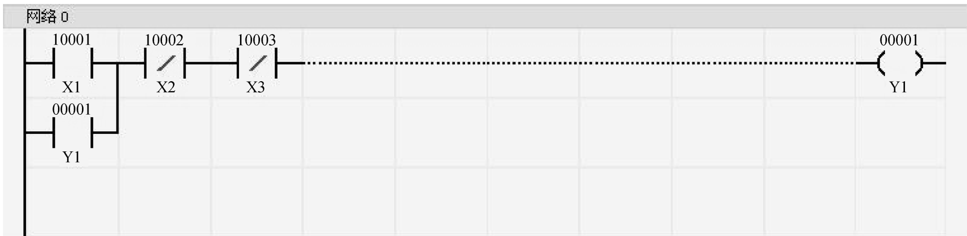


图 10-6　控制梯形图

（2）步进程序的移植

三菱 FX 系列 PLC 的步进控制程序当采用辅助继电器实现步进控制或采用置位、复位指令实现步进控制时，可以采用上述的通过控制函数做中介来进行移植。

三菱 FX 系列 PLC 的步进控制程序当采用步进顺控制指令及步进功能图表示步进时，可以通过步进控制的状态转移图作中介实现步进控制程序的移植。

（3）注意 PLC 控制程序移植中的软元件、指令的差异

在一种 PLC 的控制程序转换为另一种 PLC 的控制程序的过程中，要注意比较两种 PLC 基本指令的差异、功能指令的差异和使用的软元件的差异。

在三菱的 PLC 基本指令中，定时指令使用 OUT Tm Kn 的形式，定时指令只有一个控制端，控制指令是否执行。

在矩形 PLC 中，定时指令采用功能指令形式，定时指令有两个控制端，一个是定时控制端，另一个是定时复位端，定时指令还有一个输出端，确定定时时间是否到。当定时控制端与定时复位端连在一起时，矩形 PLC 的定时器与三菱 PLC 定时器功能是一样的。当定时控制端与定时复位端分开时，矩形 PLC 的定时器相当于三菱 PLC 定时器积算定时器功能类似，定时端相当于积算定时器的输入端，复位端相当于积算定时器的复位输入。

在三菱的 PLC 基本指令中，计数指令使用 OUT Cm Kn 的形式，计数指令只有一个控制端，控制指令是否执行。计数指令的复位采用复位 RST　Cm 指令。加减计数器控制通过辅助继电器 M82XX 控制 C2XX 的加减，当 M82XX = OFF 时，C2XX 是加计数器，当 M82XX = ON 时，C2XX 是减计数器。加减计数指令的复位采用复位 RST　C2XX 指令。

在矩形 PLC 中，计数器分为加计数器、减计数器，采用功能指令形式，加计数器有两个输入端，一个加计数脉冲输入端，一个计数器复位端，还有一个指示计数是否到的输出端。减计数器有两个输入端，一个减计数脉冲输入端，一个计数器复位端，还有一个指示减计数当前值是否到零的输出端。

三菱 PLC 的输入继电器、输出继电器与矩形 PLC 的输入继电器、输出继电器表示方法不同，数量也不同。

三菱 PLC 的输入继电器、输出继电器采用八进制地址编址方式，输入、输出分别用 X、Y 表示，数量最多为 128 位。

矩形 PLC 的输入继电器、输出继电器采用十进制编址，十六进制分组模式，输入、输出分别用 1XXXX、0XXXXX 表示，可访问的继电器的数量超过 128 位。不与外部输入、输出连接的输入、输出继电器均可作辅助继电器使用。失电记忆的辅助继电器需要通过工程管理区的“掉电保持线圈”选项的“网络编辑表格”设置。

子程序、中断指针和数据寄存器等软元件也与三菱的 PLC 不同，使用时必须注意。

矩形 PLC 的功能指令与三菱 PLC 的功能指令也有差异，在使用时要查找对应的功能指令，并注意指令使用的差异。特别要注意定位、高速脉冲计数等功能指令在应用中的差异。

2. 将西门子的 PLC 控制程序移植为矩形 PLC 控制程序

（1）西门子 PLC 控制程序移植为矩形 PLC 控制程序的基本方法

西门子 PLC 控制程序移植为矩形 PLC 控制程序的方法之一就是通过控制函数做中介来进行移植。以三相异步电动机单向连续起停 PLC 控制为例，PLC 控制程序的具体移植方法如下：

（2）根据西门子 S7 系列 PLC 的控制程序写出逻辑控制函数。

$$Q0.01 = (I0.01 + Q0.01) \cdot \overline{I0.02} \cdot \overline{I0.03}$$

1）设置矩形 V80 系列 PLC 的符号变量、软元件地址。

矩形 V80 系列 PLC 的符号变量、软元件地址见表 10-4。

表10-4 V80系列PLC符号变量、软元件地址

元件名称	元件代号	西门子软元件地址	符号变量	矩形软元件地址
起动按钮	SB1	I0.01	X1	10001
停止按钮	SB2	I0.02	X2	10002
热继电器	FR1	I0.03	X3	10003
接触器	KM1	Q0.01	Y1	00001

2）根据西门子S7系列PLC的控制程序的逻辑控制函数，用符号变量写出矩形V80系列PLC的控制函数。

$$Y1=(X1+Y1)\cdot\overline{X2}\cdot\overline{X3}$$

3）根据矩形V80系列PLC的控制函数设计矩形V80系列PLC的控制梯形图程序。

根据矩形V80系列PLC的控制函数设计矩形V80系列PLC的控制梯形图程序如图10-6所示。

（3）步进程序的移植

西门子S7系列PLC的步进控制程序当采用辅助继电器实现步进控制或采用置位、复位指令实现步进控制时，可以采用上述的通过控制函数做中介来进行移植。

西门子S7系列PLC的步进控制程序当采用步进顺控制指令及步进功能图表示步进时，可以通过步进控制的状态转移图作中介实现步进控制程序的移植。

（4）注意PLC控制程序移植中的软元件、指令的差异

在一种PLC的控制程序转换为另一种PLC的控制程序的过程中，要注意比较两种PLC基本指令的差异、功能指令的差异和使用的软元件的差异。

在西门子S7系列PLC基本指令中，定时指令使用OUT Tm Kn的形式，在梯形图中采用指令盒形式，定时指令只有一个控制端，控制指令是否执行。

在矩形PLC中，定时指令采用功能指令形式，定时指令有两个控制端，一个是定时控制端，另一个是定时复位端，定时指令还有一个输出端，确定定时时间是否到。当定时控制端与定时复位端连在一起时，矩形PLC的定时器与三菱PLC定时器功能是一样的。当定时控制端与定时复位端分开时，矩形PLC的定时器相当于三菱PLC定时器积算定时器功能类似，定时端相当于积算定时器的输入端，复位端相当于积算定时器的复位输入。

在西门子S7系列的PLC基本指令中，计数器分为加计数器、减计数器和加减计数器3种。计数指令使用OUT Cm　Kn的形式，计数指令有两个控制端，一个用于输入计数脉冲，一个用于计数器复位。还有一个计数器参数设置端，用于设置计数器的设置值。

在矩形PLC中，计数器分为加计数器、减计数器，采用功能指令形式，加计数器有两个输入端，一个加计数脉冲输入端，一个计数器复位端，还有一个指示计数是否到的输出端。减计数器有两个输入端，一个减计数脉冲输入端，一个计数器复位端，还有一个指示减计数当前值是否到零的输出端。

西门子S7系列PLC的输入继电器、输出继电器与矩形PLC的输入继电器、输出继电器表示方法不同，数量也不同。

西门子S7系列PLC的输入继电器、输出继电器采用八进制地址编址方式，输入、输出分别用I、Q表示，数量最多为128位。

矩形 PLC 的输入继电器、输出继电器采用十进制编址，十六进制分组模式，输入、输出分别用 1XXXX、0XXXXX 表示，可访问的继电器的数量超过 128 位。不与外部输入、输出连接的输入、输出继电器均可作辅助继电器使用。失电记忆的辅助继电器需要通过工程管理区的“掉电保持线圈”选项的“网络编辑表格”设置。

子程序、中断指针和数据寄存器等软元件也与西门子 S7 系列 PLC 不同，使用时必须注意。

矩形 PLC 的功能指令与西门子 S7 系列 PLC 的功能指令也有差异，在使用时要查找对应的功能指令，并注意指令使用的差异。特别要注意定位、高速脉冲计数等功能指令在应用中的差异。

实训模块 10　电梯控制

任务　三层简易电梯控制

1. 训练目标

1）能够正确设计三层简易电梯控制的 PLC 程序。

2）能正确输入和传输 PLC 控制程序。

3）能够独立完成三层简易电梯控制线路的安装。

4）按规定进行通电调试，出现故障时，应能根据设计要求进行检修，并使系统正常工作。

2. 训练步骤与内容

（1）用基本指令设计三层简易电梯控制程序、输入 PLC 程序

1）分配 PLC 输入、输出端。

2）配置 PLC 辅助继电器、定时器软元件。

3）根据控制要求，写出三层简易电梯控制函数。

4）输入图 10-4 所示的电梯上升控制的梯形图程序。

5）输入图 10-5 所示的电梯下降控制的梯形图程序。

（2）系统安装与调试

1）按图 10-3 所示的 PLC 接线图接线。

2）连接 PLC，将 PLC 程序下载到 PLC。

3）拨动 PLC 的 RUN/STOP 开关，使 PLC 处于运行状态。

4）电梯停在 1 楼时，按下 2 层上行按钮 2AS，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，观察电梯运行状况。

5）按下 3 层上行按钮 3AS，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，观察电梯运行状况。

6）按下 2 层下行按钮 2AX，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，观察电梯运行状况。

7）按下 1 层的按钮 1AS，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，观察电梯运行状况。

8）同时按下 2 层上行按钮 2AS、3 层上行按钮 3AS，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，观察电梯运行状况。

9）同时按下一层按钮 1AS、二层下行按钮 2AX，观察 PLC 输出点 Y1、Y2 的状态变化，

观察电梯运行状况。

习　题　10

1. 设计7层站电梯控制程序

控制要求：

1）电梯具有轿内指令呼梯按钮。

2）电梯厅外具有上、下行呼梯按钮。

3）内指令信号优先，上、下行呼梯按钮信号互锁，即上行时，下行呼梯信号无效。下行时，上行呼梯信号无效。

4）电梯各层楼设有层楼位置感应器。

5）电梯轿厢位置通过数码管显示。

6）电梯开、关门均设有限位开关。

7）电梯具有上行平层、门区平层、下行平层感应器。

8）电梯具有自动选层、换速控制功能。

9）电梯具有启动加速、匀速运行、减速运行、平层停车控制功能。

2. 采用置位、复位指令设计7层站电梯控制程序

控制要求：

1）电梯具有轿内指令呼梯按钮。

2）电梯厅外具有上、下行呼梯按钮。

3）内指令信号优先，上、下行呼梯按钮信号互锁，即上行时，下行呼梯信号无效。下行时，上行呼梯信号无效。

4）电梯各层楼设有层楼位置感应器。

5）电梯轿厢位置通过数码管显示。

6）电梯开、关门均设有限位开关。

7）电梯具有上行平层、门区平层、下行平层感应器。

8）电梯具有自动选层、换速控制功能。

9）电梯具有启动加速、匀速运行、减速运行、平层停车控制功能。

参 考 文 献

［1］王晟磊．矩形 V80 技术手册 V2.1. 深圳市矩形科技有限公司，2010.
［2］肖明耀．西门子 S7-200 系列 PLC 应用技能实训［M］. 北京：中国电力出版社，2010.
［3］肖明耀，王晟磊．矩形 PLC 应用技能实训［M］. 北京：中国电力出版社，2011.

相关图书推荐

PLC 系列

序　　号	书　　名	书　　号	定　　价	出 版 时 间
1	轻松解读三菱 $FX2_N$ 系列 PLC 原理与应用	978-7-111-35349-2	44. 8	201110
2	三菱电机中大型可编程序控制器应用指南	978-7-111-34215-1	88	201108
3	三菱可编程序控制器应用技术	978-7-111-29592-1	33	201004
4	三菱 PLC 基础与系统设计	978-7-111-27268-7	40	201101
5	三菱 FX 系统 PLC 设计与开发——原理、应用与实训	978-7-111-26538-2	40	201107
6	S7-1200PLC 编程设计与案例分析	978-7-111-33335-7	78	201105
7	图解西门子 S7-1200PLC 入门到实践	978-7-111-31816-3	50	201101
8	图解西门子 S7300/400 PLC 控制系统设计快速入门	978-7-111-33190-2	37	201104
9	图解西门子 TDC 与 S7-300/400 PLC	978-7-111-32704-2	58	201103
10	例说西门子 S7-300/400 系统 PLC	978-7-111-33103-2	48	201103
11	电器控制与 PLC（西门子 S7-300 机型）	978-7-111-29752-9	40	201105
12	S7-300/400 PLC 梯形图与语句表编程	978-7-111-26146-9	40	200904
13	S7-300/400 PLC 原理与实用开发指南	978-7-111-24871-2	36	200810
14	S7-200 PLC 原理与实用开发指南	978-7-111-25157-6	39	200901
15	LOGO！控制器实训教程（1CD）	978-7-111-29756-7	39	201006
16	西门子 S7 系列 PLC 的应用与维护	978-7-111-23439-5	50	200912
17	图解欧姆龙 PLC 入门（第 2 版）	978-7-111-34612-8	39. 8	201107
18	松下 PLC 编程与应用	978-7-111-27217-5	40	201008
19	PLC 及 I/O 设备应用教程	978-7-111-27870-2	33	200909
20	PLC 编程实用指南（1CD）	978-7-111-19297-8	68	201109
21	可编程序控制器与工业现场总线（1CD）	978-7-111-29884-7	49	201011
22	可编程序控制器原理及应用技巧	978-7-111-28716-2	40	201004
23	PLC 编程理论、算法及技巧（第 2 版）（1CD）	978-7-111-26319-7	88	201109
24	可编程序控制器选用与系统设计实例	978-7-111-29421-4	49	201001
25	可编程序控制器选择、设计与维护	978-7-111-11084-2	26	200802
26	可编程序控制器原理及应用（第 3 版）	978-7-111-27774-3	50	200909
27	电气控制与可编程序控制器的原理及应用	978-7-111-14478-6	43	201101
28	可编程序控制器与工业自动化系统（1CD）	978-7-111-18054-8	36	200807
29	电器—PLC 控制技术及应用	978-7-111-20652-1	33	200806
30	机电控制系统原理及工程应用实操指导书	978-7-111-31227-7	30	201109
31	变频器、可编程序控制器及触摸屏综合应用技术实操指导书（第 2 版）	978-7-111-30672-6	44	201102

变频器系列

序　　号	书　　名	书　　号	定　　价	出版时间
1	变频调速技术基础教程（第 2 版）	978-7-111-35865-7	29. 8	201201
2	施耐德变频器的应用	978-7-111-35783-4	28	201110
3	施耐德变频器原理与应用	978-7-111-26954-0	47	201001
4	变频器应用教程（第 2 版）	978-7-111-34130-7	40	301106
5	生产机械的变频调整	978-7-111-33189-6	69. 8	201106
6	变频器应用与维修	978-7-111-32496-6	45	201103
7	变频器应用图册	978-7-111-31948-1	29. 8	201101
8	变频器原理与维修	978-7-111-29808-3	46	201101
9	变频器电路维修与故障实例分析	978-7-111-28319-5	38	201103
10	感应电动机传动和变频器应用技术	978-7-111-23059-5	20	200803
11	变频器应用手册（第 3 版）	978-7-111-21185-3	43	200802
12	常用变频器功能手册	978-7-111-14979-3	27	200603
13	调整用变频器及配套设备选用指南（第 2 版）	978-7-111-07808-X	40	200608
14	变频器、PLC 在仿制工业中的应用	978-7-111-26876-5	50	200908
15	变频器、PLC 及组态软件实用技术速成教程	978-7-111-29856-4	59. 8	201101
16	变频器、可编程序控制器及触摸屏综合应用技术	978-7-111-18581-9	65	201009
17	S7-300 PLC 和 MM440 变频器的原理与应用	978-7-111-19667-9	33	201103

ISBN 978-7-111-36392-7
ISBN 978-7-89433-185-4（盘号）
◎ 策划：牛新国／封面设计：陈沛

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203
邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

上架指导：工业技术／电气工程／PLC



定价：29.80元